



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía.**

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LA COMUNIDAD DE SAN FRANCISCO, MUNICIPIO DE LA TRINIDAD DEL  
DEPARTAMENTO DE ESTELÍ”**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por:**

Br. David Concepción Meza L.

Br. Mizael Arístides López M.

**Tutora:**

Ing. María Elena Baldizón

Managua, noviembre - 2018

### **Dedicatoria.**

Al creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado; por ello, con toda la humildad de mi corazón puede emanar, dedico primeramente a Dios.

De igual forma, dedico esta tesis mis padres que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha llevado a salir adelante en momentos más difíciles.

A mi hermano que siempre ha estado junto a mi y brindando su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos.

Br. David Concepción Meza L.

### **Dedicatoria.**

A mis padres que brindaron apoyo en todo momento para superar las dificultades en mis estudios, así como a lo largo de mi vida.

A mi hermana que siempre me alentó a seguir adelante en momentos difíciles para culminar mis metas y siempre recordarme que con voluntad logras tus objetivos.

A mis profesores que fueron pacientes, así como grandes guías académicos y profesionales para enriquecer mis conocimientos como para lograr desempeñarme de manera íntegra en el ámbito laboral.

Br. Mizael Arístides López M.

## **Agradecimientos.**

A nuestras familias por su apoyo incondicional en todo este tiempo, así como la enseñanza de valores que contribuyeron a la finalización de nuestros estudios, agradecemos a nuestros profesores y en especial a Msc.Ing. María Elena Baldizon, por ser una valiosa guía y asesoramiento a la realización de nuestro trabajo monográfico.

Br. David Concepción Meza L.

Br. Mizael Aristides López M.

## **Resumen ejecutivo.**

El presente documento muestra el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de San Francisco municipio de La Trinidad departamento de Estelí. En el que se retoma como criterio principal la viabilidad y sostenibilidad; ya que el sistema quedará a cargo de la localidad.

La comunidad tiene una población de 1950 habitantes distribuidos en 415 viviendas ( $4.7 \approx 5$  hab/vivienda), con una proyección a 20 años de 3275 personas; actualmente presenta problemas con el abastecimiento de agua, abasteciéndose por medio de un mini acueducto por bombeo eléctrico el cual no suministra la cantidad suficiente de agua ya que se ha agotado el caudal.

El estudio inicia con la identificación del proyecto donde se aborda la situación actual de la localidad, donde se determinó el problema central de la comunidad de San Francisco, el cual es la escases de agua en la comunidad.

En el diseño del proyecto de agua potable se realizó un análisis de la demanda de consumo de agua, usando una dotación de 30 lt/hab/día y un 20% de pérdidas como lo indican las normas técnicas rurales del INAA; determinando una demanda actual de 0.68 l/s y una demanda futura para el año 20 de 1.14 l/s, (Consumo Promedio Diario). Con el proyecto se garantizará el vital líquido al 100% de la población, con el servicio de puestos públicos.

El análisis hidráulico se realizó en el programa EPANET y de acuerdo con los resultados del estudio realizado en la comunidad, ésta presenta condiciones favorables para la implementación de un sistema de agua potable por medio de puestos públicos.

## Indice.

### Capítulo I: Aspectos generales.

1.1.	Introducción .....	1
1.2.	Antecedentes .....	2
1.3.	Justificación .....	3
1.4.	Objetivos .....	5
1.4.1.	Objetivo general .....	5
1.4.2.	Objetivos específicos .....	5
1.5.	Caracterización del municipio de la trinidad .....	6
1.5.1.	Ubicación .....	6
1.5.2.	Límites de municipio .....	7
1.5.3.	Referencia geográfica .....	7
1.5.4.	Posición geográfica .....	7
1.6.	Caracterización de la comunidad .....	7
1.6.1.	Breve reseña de la comunidad .....	7
1.6.2.	Límites .....	8
1.6.3.	Población .....	8
1.6.4.	Categoría de pobreza .....	10
1.6.5.	Clima y relieve predominante .....	10
1.6.5.1.	Clima .....	10
1.6.6.	Relieve (geomorfología) .....	10
1.6.7.	Acceso, a la comunidad .....	11
1.6.7.1.	Vialidad .....	11
1.6.8.	Servicios básicos .....	11
1.6.9.	Organización comunitaria .....	11

### Capítulo II: Marco teórico.

2.1.	Generación y análisis de la idea del proyecto .....	11
------	---	----

2.2.	Oferta.....	12
2.3.	Demanda .....	12
2.4.	Déficit.....	12
2.5.	Estudio socioeconómico .....	12
2.6.	Aforo y calidad de agua .....	13
2.7.	Topografía .....	14
2.8.	Hidrogeología .....	15
2.9.	Geología .....	15
2.10.	Hidrología .....	15
2.11.	Obras de captación.....	16
2.11.1.	Manantial.....	16
2.11.2.	Pozo .....	17
2.11.3.	Pozo perforado.....	17
2.12.	Estaciones de bombeo .....	17
2.12.1.	Bomba.....	17
2.12.1.1.	Bombas centrífugas verticales .....	18
2.12.1.2.	Conexión de bombas sarta .....	18
2.13.	Línea de conducción.....	18
2.13.1.	Línea de conducción por gravedad .....	19
2.13.2.	Línea de conducción por bombeo .....	19
2.13.3.	Golpe de ariete.....	19
2.14.	Tanque de almacenamiento .....	20
2.14.1.	Tanque de alimentación .....	20
2.14.2.	Tanque de excedencias .....	20
2.15.	Red de distribución .....	20
2.15.1.	Sistemas de ramales abiertos .....	20
2.16.	Modelación en epanet.....	21
2.17.	Tratamiento.....	22
2.17.1.	Filtración lenta.....	22
2.18.	Cloración.....	23
2.19.	Costo y presupuesto .....	24

### Capítulo III: Diseño metodológico.

3.1. Estudios básicos .....	24
3.1.1. Recopilación de la información .....	24
3.1.2. Estudios básicos .....	24
3.1.3. Recopilación de información .....	25
3.1.4. Estudio socioeconómico .....	25
3.1.5. Inspección física del sistema de agua existente .....	26
3.1.6. Medición de caudales .....	26
3.1.6.1. Aforo del manantial .....	27
3.1.6.2. Prueba de bombeo del pozo perforado .....	28
3.2. Criterios técnicos de diseño .....	28
3.3. Diseño del sistema de agua potable y saneamiento .....	28
3.3.1. Levantamiento topográfico .....	28
3.3.2. Estudio hidrogeológico .....	29
3.4. Trabajo de gabinete .....	29
3.4.1. Conceptualización del sistema .....	29
3.4.2. Población y demanda de agua .....	30
3.4.3. Diseño hidráulico del sistema .....	30
3.4.4. Criterios de diseño empleados .....	31
3.4.5. Período de diseño .....	32
3.4.6. Nivel de servicio .....	32
3.4.7. Puesto público .....	32
3.4.8. Cálculo de población .....	32
3.4.9. Consumos .....	33
3.4.9.1. Dotación de agua .....	33
3.4.9.2. Variaciones de consumo .....	33
3.4.10. Pérdidas de agua en el sistema .....	33
3.4.11. Selección de la fuente de abastecimiento .....	33
3.4.12. Captación de manantial de ladera .....	34



3.4.12.1. Determinación del ancho de pantalla .....	34
3.4.12.2. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara .....	35
3.4.12.3. Cálculo de la altura de la cámara .....	36
3.4.12.4. Dimensionamiento de la canastilla .....	37
3.4.12.4.1. Diámetro de la canastilla .....	37
3.4.12.4.2. Longitud de la canastilla .....	38
3.4.12.4.3. Área total de ranuras .....	38
3.4.12.4.4. Número de ranuras .....	38
3.4.12.5. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza .....	38
3.5. Fundaciones de equipos de bombeo .....	39
3.5.1. Equipo de bomba y motor .....	39
3.5.2. Diseño de bomba .....	39
3.5.3. Líneas de conducción .....	40
3.5.3.1. Línea de conducción por bombeo .....	40
3.5.3.1.1. Golpe de ariete .....	41
3.5.3.2. Línea de conducción por gravedad .....	42
3.5.4. Almacenamiento .....	43
3.5.4.1. Ubicación del tanque .....	43
3.5.4.2. Conexión del tanque .....	43
3.5.5. Red de distribución .....	44
3.5.6. Análisis y cálculo hidráulico de la red .....	44
3.5.7. Diámetro mínimo .....	44
3.5.8. Presiones máximas y mínimas .....	45
3.5.9. Coeficiente de rugosidad .....	45
3.5.10. Velocidades permisibles en tuberías .....	45
3.5.11. Cobertura de tuberías .....	45
3.5.12. Tratamiento y desinfección .....	46
3.5.12.1. Calidad del agua .....	46
3.5.13. Aplicación de cloro .....	46
3.5.14. Tiempo de contacto .....	47
3.5.15. Parámetros físico – químicos de calidad del agua .....	48

3.5.16. Nivel de servicio .....	49
3.5.16.1. Puestos públicos .....	50
3.5.16.2. Consideraciones .....	50
3.5.16.3. Ubicación .....	50

#### Capítulo IV: Análisis y resultados.

4.1. Situación actual del suministro de agua.....	51
4.1.1. Evaluación del sistema actual.....	51
4.1.2. Fuente de abastecimiento de agua.....	51
4.1.3. Estación de bombeo .....	52
4.1.4. Línea de conducción.....	52
4.1.5. Tanque de almacenamiento .....	52
4.1.6. Red de distribución existente.....	53
4.1.7. Resultados de análisis hidráulico de red existente .....	53
4.2. Estudio socioeconómico .....	57
4.2.1. Población y sus características.....	57
4.2.1.1. Población .....	57
4.2.1.2. Vivienda .....	58
4.3. Fuentes de abastecimiento y obras de captación para sistema a construir	59
4.3.1. Fuentes de abastecimiento.....	59
4.4. Proyección de población y consumo .....	60
4.4.1. Proyección de la población .....	60
4.4.2. Consumo de agua .....	61
4.4.2.1. Dotación .....	61
4.4.2.2. Consumo promedio diario .....	61
4.4.2.3. Variaciones de consumo .....	62
4.4.3. Obras de captación.....	64
4.4.3.1. Manantial.....	64
4.4.3.1.1. Cálculo de manantial .....	64
4.4.3.2. Pozo perforado y estación de bombeo.....	69

4.4.4. Filtro lento .....	69
4.4.4.1. Cálculo de filtro lento.....	70
4.4.5. Líneas de conducción.....	75
4.4.5.1. Cálculo de línea de impulsión .....	75
4.4.5.1.1. Diseño de bomba.....	75
4.4.5.2. Línea de conducción por gravedad .....	79
4.4.6. Presiones en la línea de impulsión .....	85
4.4.7. Presiones en la línea de conducción .....	86
4.5. Tanque de almacenamiento.....	87
4.6. Tratamiento químico del agua (desinfección) .....	88
4.7. Red de distribución .....	90
4.7.1. Análisis hidráulico de la red .....	91
4.7.1.1. Análisis de la red de distribución, con condición de consumo de máxima hora para el final del período de diseño .....	92
4.7.1.2. Análisis de resultados de modelación hidráulica.....	94
4.7.1.3. Presiones en la red de distribución per gravedad .....	95
4.7.1.4. Velocidades en la red de distribución.....	96
4.7.1.4. Velocidades en la red de distribución.....	96
4.8 Costo total del proyecto.....	97
4.8.1. Costos de administración, operación y mantenimiento.....	98
4.8.2. Presupuesto.....	99
Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones .....	100
5.1. Conclusiones .....	100
5.2. Recomendaciones .....	101
Bibliografía.....	103
Anexos .....	I
Anexo 1. Aforo de manantial .....	I
Anexo 2. Costos de administración anual .....	II
Anexo 3. Costos de operación anual.....	III
anexo 4. costos de mantenimiento anual .....	IV
Anexo 5. Tarifa mensual por vivienda .....	V

Anexo 6. Presupuesto del proyecto.....	VI
Anexo 7. Resultados del análisis hidráulico de epanet.....	XIV
Anexo 8. Especificaciones técnica de materiales y equipos.....	XXXVIII
Anexo 9. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.....	LVII
Anexo 10. Resultados de análisis de laboratorio.....	LXII
Anexo 11. Prueba de bombeo.....	LXIV

## **Indice de tablas.**

Tabla N° 3.1. Coeficiente de rugosidad.....	45
Tabla N° 3.2. Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.p.p.m (una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.).....	48
Tabla N° 3.3 Parámetros físico – químicos de control de calidad del agua.....	48
Tabla N° 4.1. Miembros integrantes del CAPS.....	52
Tabla N° 4.2. Cotas y presiones en red existente.....	53
Tabla N° 4.3. Longitud, diámetro y velocidades en red existente.....	54
Tabla N° 4.4. Población.....	57
Tabla N° 4.5. Estado de la vivienda.....	57
Tabla N° 4.6. Fuentes de abastecimiento.....	59
Tabla N° 4.7. Datos para la proyección de la población y consumo.....	60
Tabla N° 4.8. Consumo promedio diario.....	62
Tabla N° 4.9. Variaciones de consumo.....	63
Tabla N° 4.10. Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes.....	76
Tabla N° 4.11. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados.....	78
Tabla N° 4.12. Tubería de línea de impulsión.....	79
Tabla N° 4.13. Tubería de línea de conducción.....	84
Tabla N° 4.14. Almacenamiento.....	87
Tabla N° 4.15. Materiales para fabricar el clorador cti – 8.....	89
Tabla N° 4.16. Consumo de cloro.....	90
Tabla N° 4.17. Tubería de red de distribución.....	91
Tabla N° 4.18. Nodos y presiones en el sistema de agua potable.....	93

Tabla N° 4.19. Puestos públicos.....	96
Tabla N° 4.20. Costos de administración, operación y mantenimiento.....	98

### **Índice de figuras y gráficos.**

Figura. 1.1. Macro-localización.....	9
Figura. 1.2. Micro-localización.....	9
Figura. 2.1. Aforo de la fuente.....	14
Figura. 2.2. Manantial de ladera y altura total de la cámara húmeda.....	16
Figura. 3.1. Aforo de manantial. (Método volumétrico).....	27
Figura. 3.2 Pantalla en la caja de captación.....	35
Figura. 3.3 Cálculo de la cámara húmeda.....	36
Figura. 3.4 Dimensionamiento de canastilla .....	36
Figura. 3.5. Esquema de un clorador cti - 8.....	47
Gráfico N° 4.1. Población.....	51
Gráfico N° 4.2. Estado de la vivienda.....	52
Figura. 4.3. Esquema de red existente.....	58
Gráfico N°. 4.4. Línea de conducción por gravedad.....	80
Gráfico N° 4.5. Presión en la línea de impulsión.....	85
Gráfico N° 4.6. Presión en la línea de conducción.....	86
Gráfico N° 4.7. Presiones en la red de distribución por gravedad.....	95

### **Lista de abreviaturas y siglas.**

IVA: Impuesto al valor agregado.

VAC: Valor actual de consumo.

ICE: Índice costo efectividad.

ACI: American concrete institute.

CAPRE: Comité coordinador regional del instituto de agua y saneamiento de Centro América, Panamá y República Dominicana.

CAPS: Comité de agua potable y saneamiento.

CETA: Centro de educación técnica agropecuaria.

CPC: Concejo del poder ciudadano.

CEMA: Control y erradicación de la malaria y el aedes.

CARE: Cooperación de ayuda de remesas del exterior

CMD: Consumo máximo día.

CMH: Consumo máxima hora.

CPD: Consumo promedio diario.

CPDT: Consumo promedio diario total.

ENACAL: Empresa nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

ENEL: Ministerio de transporte e infraestructura.

ENITEL: Empresa nicaragüense de telecomunicaciones.

EDA: Enfermedades diarreicas agudas.

FISE: Fondo de inversión social de emergencia.

GPS: Siglas en ingles global positioning system, sistema de posicionamiento global.

Ho. Go: Hierro galvanizado.

Ho. Fo: Hierro fundido.

INAA: Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

IDH: Índice de desarrollo humano.

INEC: Instituto nacional de estadísticas y censos.

INIFOM: Instituto nicaragüense de fomento.

IRA: Infecciones respiratorias agudas.

LFV: Letrina de foso ventilado.

NE: Nivel estático.

MABE: mini acueducto por bombeo eléctrico.

MAG: Mini acueducto por gravedad.

MCT: Ministerio de construcción y transporte.

MINSA: Ministerio de salud.

MTI: Ministerio de transporte e infraestructura.

MINED: Ministerio de educación.

ONGs: Organismos no gubernamentales.

OMS: Organización mundial de la salud.

PVC: Cloruro de polivinilo.

PC: Pozos comunales.

PCEM: Pozos comunales excavados a mano.

PCP: Pozos comunales perforados.

PEM: Pozos excavados a mano.

PFEM: Pozos familiares excavados a mano.

PP: Pozos perforados.

SNIP: Sistema nacional de inversiones públicas

## **Glosario.**

**Cloración:** Es la aplicación de cloro al agua, generalmente con fines de desinfección.

**Clorador:** Es un dispositivo para aplicar cloro al agua en proporción conocida y controlada.

**Corte:** Es la excavación que se realiza en terreno natural para las fundaciones y tuberías de los componentes del proyecto.

**Cemento:** Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuada.

**Estación total:** instrumento que combina un teodolito y un instrumento EDM, (por tanto, tiene capacidad para medición angular y de distancia). Conocido también como taqueómetro o taquímetro.

**Especificaciones:** En general se denomina con este nombre a la compilación de estipulaciones y requisitos detallados para la construcción de las obras de un proyecto o el suministro de bienes y servicios.

**Golpe de ariete:** Se denomina a la sobrepresión que reciben las tuberías, por efecto del cierre brusco del flujo de agua.

**GPS:** Siglas en ingles globales positioning system, sistema de posicionamiento global consiste en satélites artificiales y equipo terrestre que se emplea para convertir señales de radio emitidas por satélites en posiciones tridimensionales sobre la superficie terrestre.

**Impacto ambiental:** Acción o serie de acciones que tiene un efecto sobre el medio ambiente.

**Niple:** Tubería que no tiene la longitud completa de fabricación.

**Obras de conducción:** Estas se encargan de transportar el agua captada desde la fuente hasta el lugar de su almacenamiento, de su tratamiento o distribución.

**Obras de regularización y almacenamiento:** En estas estructuras se almacena el agua que no se consume en las horas de demanda mínima, para



aprovecharla después en las horas de máximas demandas. Además del volumen de regularización, sirven para almacenar un volumen adicional.

**Obras de purificación:** Cuando las condiciones del agua no son las adecuadas, se recurre a las obras de purificación que la adecúan a los fines requeridos.

**Obras de distribución:** Esta tiene como objeto repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores y calles de la comunidad.

**Prismoide:** Figura sólida con caras paralelas unidas por superficies planas o con una curvatura continua.

**Plomada óptica:** Dispositivo especial del telescopio con el cual el topógrafo puede visar verticalmente desde el centro de un instrumento hasta el terreno sobre el cual está apoyado el instrumento.

**Teodolito:** Es un instrumento para la medición de ángulos que tiene tres tornillos de nivelación, círculo vertical y horizontal que se pueden leer en forma directa o con un micrómetro óptico. También los mismos instrumentos que presentan los resultados de las lecturas angulares en pantallas digitales.

**Topografía:** Es la ciencia de la determinación de las dimensiones y características tridimensionales de la superficie terrestre a través de la medición de distancias, direcciones y elevaciones.

**Taquimetría:** Mediciones rápidas.

## **Capítulo I: Aspectos generales.**

### **1.1. Introducción.**

El Gobierno de Nicaragua ha establecido la política de aumentar la cobertura efectiva de abastecimiento de agua y saneamiento, mejorar los servicios, promoviendo el uso racional de este recurso tanto en las áreas urbanas como en las rurales. Estableciendo metas de manera comprometida y firme en su programa de desarrollo humano sostenible.

La Cabecera municipal de La Trinidad está ubicada a 25 km al sur de la ciudad de Estelí y a 120 km al norte de Managua sobre la carretera panamericana.

Se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 58' latitud norte y 86° 14' de longitud oeste, con una altura promedio de 600 msnm. Por su extensión territorial y ubicación está representado en las hojas cartográficas 1:50,000 No. 2954-I, 2954-III y 2954 IV. (Ver figura 3.1. Macro y Micro localización)

La alcaldía municipal de La Trinidad, basada en su condición de gobierno municipal y enfocado en resolver la problemática actual en lo referente al abastecimiento de agua potable de la población de San Francisco ha tomado la decisión de realizar los Estudios y Diseños del Proyecto (Mini acueducto por Gravedad), para la comunidad de San Francisco.

Los pobladores de la comunidad de San Francisco no cuentan actualmente con un sistema de agua potable que garantice el vital líquido de manera ininterrumpida, debido a la escasez de agua que presenta la zona en estudio.

Las constantes demandas de la población para mejorar el acceso al agua potable a cada parte de la comunidad, ya que solo hay un flujo constante de agua en ciertas partes del territorio, debido a que el sistema existente les resulta insuficiente para abastecer a todos los habitantes.

Las inspecciones realizadas por la alcaldía municipal y pobladores proveen información de indicios favorables para la perforación de un nuevo pozo en una zona de la comunidad la cual sería una solución idónea para satisfacer las necesidades de la localidad, la cual está trabajando activamente para lograr la ejecución del proyecto con mayor rapidez.

La disminución del nivel freático en el verano dificulta la captación del recurso hídrico ya que la comunidad se encuentra en una zona donde el agua es limitada, también existe una deforestación la cual agrava la situación de los habitantes para adquirir el vital líquido, así como la situación climatológica variante del país representa un reto de los habitantes para adaptarse a la situación.

El objeto del proyecto es la preparación del diseño del sistema de agua potable siguiendo las reglamentaciones técnicas para garantizar la eficiencia de la ejecución y funcionamiento del proyecto, proponiendo alternativas que mejor se adapte según las características del entorno, que sea óptimo, confiable y beneficie lo más posible a la población actual y contribuya a mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

## **1.2. Antecedentes.**

Desde tiempos anteriores el suministro de agua potable es uno de los factores que ha venido afectando al ser humano. El agua es un elemento esencial para la existencia de vida en nuestro planeta.

El problema de la falta de agua potable en las regiones rurales es el más común ésta comunidad es una de ellas, ya que actualmente no existe sistema de abastecimiento capaz de suplir su demanda.

La comunidad presenta un sistema el cual se encuentra con problemas para abastecer a la población en su totalidad, debido a que en ciertas horas del día puede abastecer a los habitantes lo cual es posible por un tanque de almacenamiento cuando este alcanza el máxima capacidad lo cual puede suministrar el agua por un periodo 12 Hrs de manera constante, este sistema está compuesto por dos sub-sistemas: MAG y MABE los cuales son insuficientes para satisfacer las demanda actual y futura de los habitantes.

La comunidad de San Francisco cuenta con un sistema de agua por gravedad que fue construido por COSUDE en el año 1985, el cual se localiza en la parte más elevada de la comunidad pero solo abastece a una parte de la comunidad, debido a la problemática que existía la alcaldía municipal en el año 2009 construyó un sistema MABE, que en su inicio produjo 26 gal/min el que solucionó temporalmente la escasez de agua en la población, pero debido a que paulatinamente fue secándose por a la falta de lluvia en la zona así como otros factores antropogénicos.

La comunidad se encuentra en territorio bastante accidentado con características que dificultan la obtención del recurso hídrico porque este es limitado en épocas del año y afecta la productividad de la población que genera pérdidas financieras para sus familias.

### **1.3. Justificación.**

Las enfermedades diarreicas agudas en los niños en Nicaragua son causadas principalmente por virus o parásitos y en menor frecuencia por bacterias. El principal modo de transmisión es la contaminación fecal del agua y los alimentos, cuando las heces no se disponen adecuadamente, el contagio puede ser por contacto directo o por medio de los animales. Este problema de salud es una de las principales causas de muerte entre los niños menores de 5 años.

La comunidad de San Francisco no cuenta con un sistema de agua potable por lo que los habitantes de esta comunidad se abastecen del vital líquido de un puesto público (pozo existente con bomba manual), también existen familias que se abastecen de pozos privados, ubicados dentro de los terrenos de algunos propietarios, sin ningún tipo de tratamiento de cloración lo que conlleva a que los pobladores contraigan diversas enfermedades. Estas son las principales fuentes usadas mayormente para el consumo humano y labores de la cocina, lavado de ropa, aseo personal.

Llevando a cabo este proyecto se pretende resolver el problema de la falta de agua potable y beneficiar directamente a la población de la comunidad.

Los pobladores de la comunidad de San Francisco no cuentan actualmente con un sistema de agua potable que garantice el vital líquido de manera ininterrumpida, debido a la escasez de agua que presenta la zona en estudio.

Las constantes demandas de la población para mejorar el acceso al agua potable a cada parte de la comunidad, ya que solo hay un flujo constante de agua en ciertas partes del territorio, debido a que el sistema existente les resulta insuficiente para abastecer a todos los habitantes.

Las inspecciones realizadas por la alcaldía municipal y pobladores proveen información de indicios favorables para la perforación de un nuevo pozo en una zona de la comunidad la cual sería una solución idónea para satisfacer las necesidades de la localidad, la cual está trabajando activamente para lograr que la ejecución del proyecto con mayor rapidez.

La disminución del nivel freático en el verano dificulta la captación del recurso hídrico ya que la comunidad se encuentra en una zona donde el agua es limitada, también existe una deforestación la cual agrava la situación de los habitantes para adquirir el vital líquido, así como la situación climatológica

variante del país representa un reto de los habitantes para adaptarse a la situación.

El objeto del proyecto es la preparación del diseño del sistema de agua potable siguiendo las reglamentaciones técnicas para garantizar la eficiencia de la ejecución y funcionamiento del proyecto, proponiendo alternativas que mejor se adapte según las características del entorno, que sea optimo, confiable y beneficie lo más posible a la población actual y contribuya a mejorar las condiciones de vida de los habitantes.

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1. Objetivo general.**

Realizar el Diseño, mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable de La Comunidad de San Francisco- La Trinidad, Estelí.

##### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- 1- Evaluar el sistema actual con el fin de determinar las capacidades y el estado de cada uno de los elementos que los componen.
- 2- Efectuar levantamiento topográfico general de la comunidad en estudio planimetría y altimétricamente, para conocer la cobertura total a servir y realizar trazado de la red.
- 3- Realizar un estudio socioeconómico de la localidad con el fin de conocer la situación de la comunidad para proponer la tecnología más adecuada.
- 4- Determinar la población actual y de diseño de la localidad para calcular la demanda de agua futura, para un período de 20 años.

5- Plantear alternativas técnico económicas para el mejoramiento y ampliación del sistema a proponer.

6- Dimensionar las diferentes obras necesarias para el mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de manera que responda eficientemente a las necesidades de los habitantes de la localidad y que cumpla con las Normas del INAA.

7- Calcular el estimado de volúmenes de obras y costos, congruentes con las etapas, sub-etapas y actividades constructivas.

### **1.5. Caracterización del municipio de La Trinidad.**

#### **1.5.1. Ubicación.**

La cabecera municipal de La Trinidad está ubicada a 25 km al sur de la ciudad de Estelí y a 120 km al norte de Managua sobre la carretera panamericana, tiene una superficie de 261 km<sup>2</sup> y una población de 33840 habitantes con una densidad poblacional de 130 hab/km<sup>2</sup>.

El territorio se caracteriza por presentar un relieve moderadamente escarpado con sistemas de serranías y cerros aislados con pendientes mayores del 30 %. Esta característica determina serias dificultades para circulación vehicular, mantenimiento de los caminos y la accesibilidad de la población a los servicios básicos.

Se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 58' latitud norte y 86° 14' de longitud oeste, con una altura promedio de 600 msnm. Por su extensión territorial y ubicación está representado en las hojas cartográficas 1:50,000 No. 2954-I, 2954-III y 2954 IV. (Ver figura 2.1 Y 2.2. Macro y Micro localización).

### **1.5.2. Límites de municipio.**

Estelí limita al norte con el municipio de Estelí, al sur con el municipio de Santa Rosa del Peñón (León), San Nicolás y San Isidro (Matagalpa), al este con el municipio de La Concordia (Jinotega) y al oeste con el municipio de El Sauce (León).

### **1.5.3. Referencia geográfica.**

La comunidad de San Francisco pertenece al municipio de La Trinidad, departamento de Estelí, ubicada a 6 Km de la cabecera municipal de La Trinidad, a 4 km del casco urbano del municipio de la Trinidad, en la parte suroeste del municipio.

### **1.5.4. Posición geográfica.**

Se encuentra ubicado entre las coordenadas 12° 58' latitud norte y 86° 14' de longitud oeste, con una altura promedio de 600 msnm. Por su extensión territorial y ubicación está representado en las hojas cartográficas 1:50,000 No. 2954-I, 2954-III y 2954 IV

## **1.6. Caracterización de la comunidad.**

### **1.6.1. Breve reseña de la comunidad.**

La comunidad de San Francisco, se encuentran a una distancia de 4 kilómetros al Sur de la cabecera municipal de La Trinidad, ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Norte: 12° 55' 38", Longitud Oeste: 86° 13' 40", con una altura promedio de 640 msnm. (Figura 2.1. y 2.2. Macro y Micro localización)



La vía de acceso hacia la comunidad está conformada por 2.5 Km de carretera pavimentada con rumbo sur (hacia Managua), 1.5 Km de carretera de todo tiempo con rumbo oeste en el empalme de acceso hacia la comunidad.

#### **1.6.2. Límites.**

La comunidad de San Francisco, se ubica en el municipio de La Trinidad, departamento de Estelí y sus límites son:

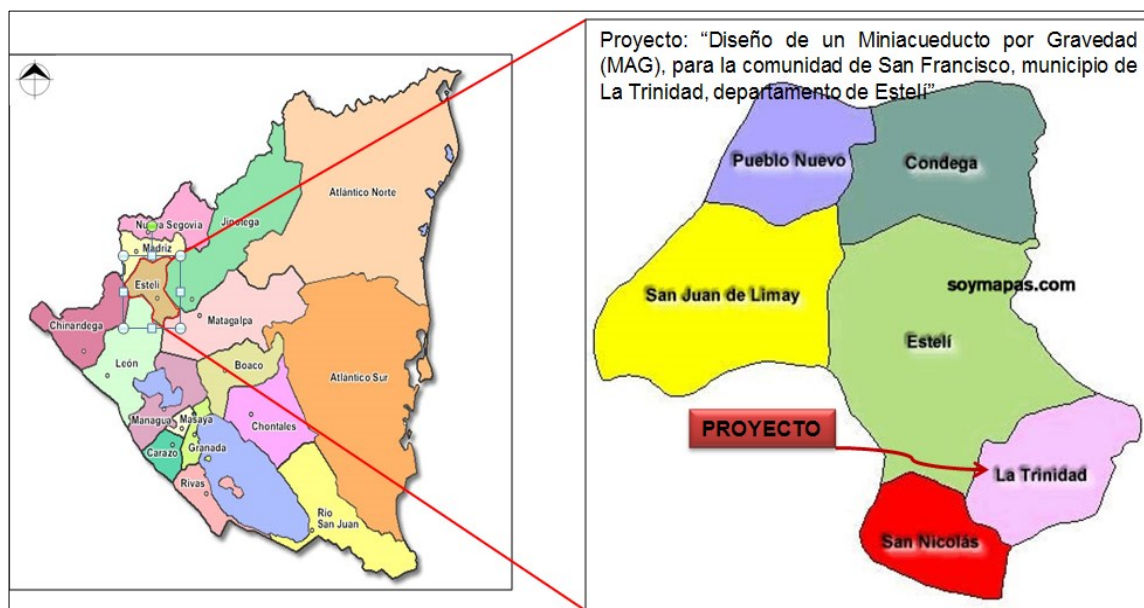
Norte:	Comunidad La Mesas de Oyanca.
Sur:	Comunidad La Joya
Este:	Comunidad La Mesa
Oeste:	Comunidad La Caña

#### **1.6.3. Población.**

La población actual de San Francisco, es de 1999 personas, que habitan en 425 viviendas, distribuidas en una extensión de aproximadamente 8.50 kilómetros cuadrados, con una densidad de 235 hab/km<sup>2</sup>, de tal manera que se le puede considerar como una comunidad rural concentrada.

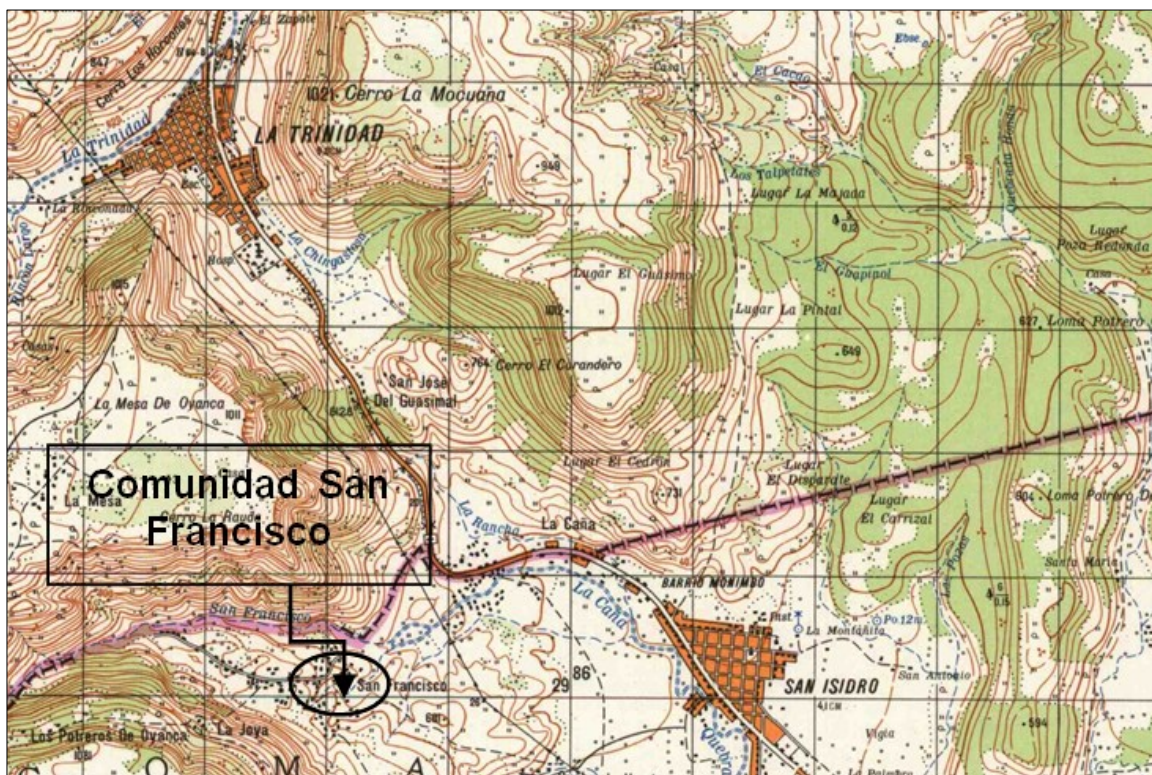
Dicha comunidad está dividida en dos sectores, el más elevado (sector N° 2) cuenta con una población de 940 personas distribuidas en 200 viviendas y el sector N° 1, cuenta con una población 1059 personas que habitan en 225 viviendas.

**Figura 1.1. Macro-localización.**



Fuente: Elaboración propia

**Figura 1.2. Micro-localización.**



Fuente: Elaboración propia

#### **1.6.4. Categoría de pobreza.**

La comunidad es considerada como un asentamiento humano espontaneo con altos índices de pobreza y construcciones en lugares.

#### **1.6.5. Clima y relieve predominante.**

##### **1.6.5.1. Clima.**

El clima que se manifiesta en la comunidad es tropical seco. Este clima se caracteriza por presentar un régimen de lluvias entre los 800 y 2000 mm anuales, con una temperatura media anual de 21°C a 25.5°C. La humedad relativa media anual es aproximadamente de 66.8%, siendo las humedades relativas más bajas se registran en el mes de febrero con 43% y las más altas en el mes de septiembre con 88%.

#### **1.6.6. Relieve (Geomorfología).**

El 70 % de los suelos de las microrregiones son suelos ondulados constituidos por pendientes pronunciadas, que requieren de construcción de obras de conservación de suelo para evitar la conformidad de su deterioro.

El color de los suelos es pardo grisáceo, con textura arcillosa y franco arcillosa, el 30 % de los suelos esta compuestas por planicies también encontramos suelos con altos porcentajes de piedras sueltas de origen volcánico, en muchos casos los suelos presentan altos índices de erosión, con relieve que varían de ligeramente plano o fuertemente ondulado.

### **1.6.7. Acceso, a la comunidad.**

#### **1.6.7.1. Vialidad.**

La vía de acceso hacia la comunidad está conformada por 2.5 Km de carretera pavimentada con rumbo sur (hacia Managua) y 1.5 Km de carretera de todo tiempo con rumbo oeste en el empalme de acceso hacia la comunidad.

### **1.6.8. Servicios básicos.**

Todas las viviendas que conforman la comunidad, cuentan con energía eléctrica y tienen acceso al servicio de agua potable, por medio de dos sistemas independientes, que abastecen a los sectores poblacionales en que se divide la comunidad.

Cuenta con una escuela de educación primaria que sirve los seis grados y preescolar, además cuenta con un Instituto de Educación Secundaria que incluye todos los niveles del bachillerato.

### **1.6.9. Organización comunitaria.**

En la comunidad existe el concejo de Liderazgo Sandinista (CLS) formado por 8 miembros, el comité de agua potable y saneamiento (CAPS) existen organizaciones comunitarias.

## **Capítulo II: Marco teórico.**

### **2.1. Generación y análisis de la idea del proyecto.**

La generación de una idea de proyecto surge como consecuencia de las necesidades insatisfechas de la población, de políticas, existencia de otros proyectos en estudio o ejecución, en donde se requiere complementación

mediante acciones en campos distintos, de políticas de acción institucional y de inventario de recursos naturales.

## **2.2. Oferta.**

La oferta se entiende como la disponibilidad de recursos naturales e infraestructura para agua potable y saneamiento, entendiéndose por recursos naturales, cauces de ríos, manantiales, lagos, etc, y su ubicación en la microcuenca, entendiéndose por ésta el almacenamiento de agua que cubre a varias comunidades.

## **2.3. Demanda.**

Se define como demanda por agua potable y saneamiento a la población de un área geográfica determinada que no dispone del servicio o, dispone de él en forma deficiente y lo requiere para múltiples usos, como bebida, alimentación, higiene personal, lavado de ropa, etc.

## **2.4. Déficit.**

Corresponde a la diferencia producida entre la demanda por la existencia de una población que requiere de los servicios de agua potable y saneamiento y por la disponibilidad de infraestructura para servirla.

## **2.5. Estudio socioeconómico<sup>1</sup>.**

Para obtener un óptimo desarrollo del proyecto, es necesario realizar un estudio Socio-económico que permita conocer las necesidades básicas y situación actual de la población en esta comunidad. Esta información se basará en el

---

<sup>1</sup> Manual de Administración del Proyecto – MACPM. Capítulo II PREINVERSION, FISE

## **2.6. Aforo y calidad de agua<sup>2</sup>.**

La necesidad creciente de utilizar el agua disponible, hacen necesario que esta sea aprovechada con menores costos y sin desperdicio. Esto no puede lograrse si no se utilizan sistemas de medición adecuados.

Esto hace que para manejar el recurso hídrico de un curso de agua (rio, canal, etc.) con distintos propósitos (agua potable, energía, riego, atenuación de crecidas, etc.) de una manera eficiente, requiera del conocimiento de la cantidad de agua que pasa por un lugar en un tiempo determinado (el caudal), durante un periodo de tiempo.

De ahí que es menester lograr datos de campo confiables y lo suficientemente precisos que permitan estudiar y proyectar manejos del agua con el menor grado de incertidumbre posible para satisfacer las demandas cada vez más crecientes que tiene la humanidad.

Así, para una utilización eficiente del recurso hídrico de un curso de agua en su área de influencia, como primer paso se deben colocar las necesarias estaciones de medición del caudal (Estaciones de Aforos).

Es necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para saber la cantidad de habitantes que puede alcanzar el servicio. El aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por una sección de un curso de agua.

---

<sup>2</sup> Aforadores de corrientes de agua, Autor Ing. Mario Bazán

El valor del caudal mínimo debe ser mayor que el consumo máximo diario con la finalidad de cubrir la demanda de agua de la población futura. Lo ideal sería que los aforos se efectúen en las temporadas críticas de los meses de estiaje (los meses secos) y de lluvias, para conocer caudales mínimos y máximos.

Existen varios métodos para determinar el caudal de agua y los más utilizados en los proyectos en zonas rurales son los métodos volumétricos y de velocidad-área. El primero es utilizado para calcular caudales hasta con un máximo de 10 l/s y el segundo para caudales mayores a 10 l/s.

**Figura. 2.1. Aforo de la fuente**



Fuente: Elaboración propia

Se recomienda preguntar a los pobladores de mayor edad acerca del comportamiento y las variaciones del caudal que pueden existir en la fuente, ya que ellos conocen con mayor certeza si la fuente de agua se seca o no o la variación de los niveles. Estas mediciones son válidas para la fecha en que se efectúan. Se recomiendan mediciones periódicas para conocer las variaciones del flujo.

El método volumétrico consiste en tomar el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido. Posteriormente se divide el volumen en litros entre el tiempo promedio en segundos, obteniéndose el caudal en l/s.

## **2.7. Topografía.**

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios y procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría). De "Topos" que significa lugar, y de "Grafos", descripción. Esta representación tiene lugar sobre superficies planas limitándose a pequeñas extensiones de terreno, utilizando la denominación de geodesia para áreas mayores.

De manera muy simple, podemos decir que para un topógrafo la tierra es plana, mientras que para un geodesta no lo es.<sup>5</sup>

## **2.8. Hidrogeología.**

Es la ciencia que estudia la ocurrencia, la distribución y el movimiento de las aguas bajo la superficie de la tierra, como si el agua se tratara de un mineral especial, el cual se renueva continuamente, en la mayoría de los casos, por efecto del ciclo hidrológico.

Generalmente, la hidrogeología puede considerarse como una ciencia especializada que combina elementos de geología, hidrología y mecánica de fluidos. La geología rige la ocurrencia y distribución de las aguas subterráneas, la hidrología el suministro de agua al subsuelo, y la mecánica de fluidos explica el movimiento de estas.<sup>6</sup>

## **2.9. Geología.**

Ciencia que estudia la forma exterior e interior del globo terrestre, la naturaleza de las materias que lo componen y su formación; los cambios o alteraciones que éstas han experimentado desde su origen, y distribución que tienen en su actual estado.

## **2.10. Hidrología.**

Es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

---

<sup>5</sup> CORASCO. Manual para la revisión de. estudios topográficos. 2008

<sup>6</sup> Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pag. 6



## 2.11. Obras de captación.

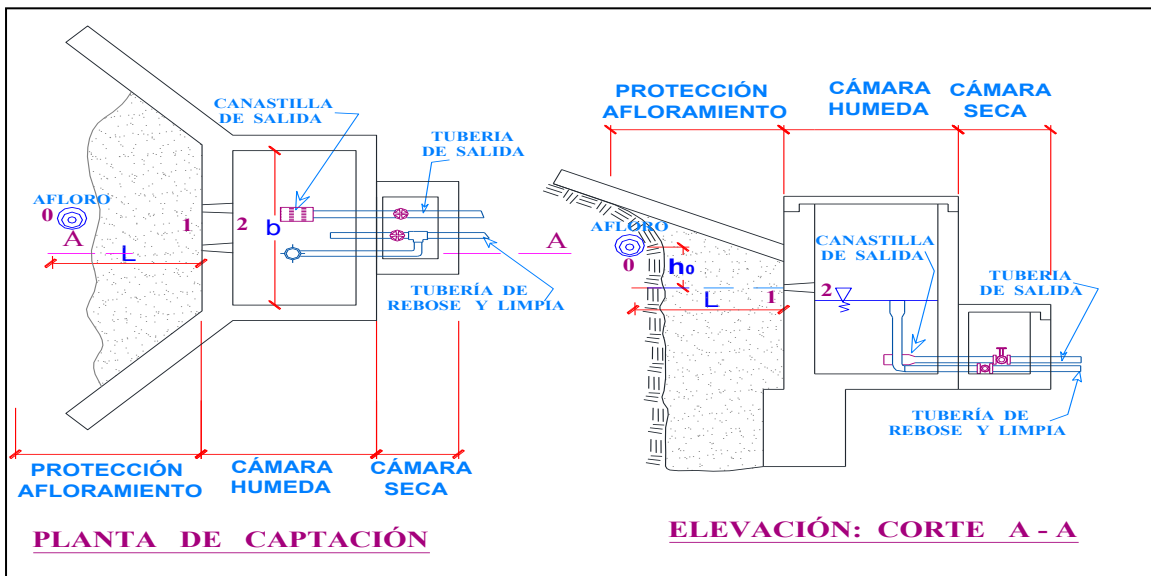
Las obras de captación son todas aquellas que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos.

### 2.11.1. Manantial.

Se llama manantial a cualquier superficie de descarga natural del agua subterránea que brota en cantidades suficientemente grandes como para que esta fluya en forma de un pequeño arroyo.

Los manantiales se clasifican por su ubicación y su afloramiento. Por su ubicación son de ladera o de fondo; y por su afloramiento son de tipo concentrado o difuso. En el caso de este proyecto es un manantial de ladera.

**Figura. 2.2. Manantial de ladera y altura total de la cámara húmeda.**



Fuente: Elaboración propia.

### **2.11.2. Pozo.**

Es una obra de ingeniería y, como tal, debe proyectarse, calcularse y ejecutarse, de acuerdo con ciertas técnicas establecidas, que toman en consideración los factores siguientes: condiciones geológicas locales, profundidad probable y gastos requeridos.<sup>6</sup>

### **2.11.3. Pozo perforado.**

Es un pozo excavado total o parcialmente por medio de una máquina perforadora (ya sea de percusión o de barrena giratoria) y que opera por corte o abrasión. Los materiales que se excavan se llevan a la superficie por medio de cucharones, bombas de arena, barrenas huecas o mediante algún dispositivo hidráulico autolimpiador.

## **2.12. Estaciones de bombeo.**

En las estaciones de bombeo para pozos perforados deben considerarse los elementos que la forman lo que consiste en: caseta de protección de conexiones eléctricas, o mecánicas, conexión de bomba o sarta, fundación y equipo de bombeo (bomba y motor) y el tipo de energía.

### **2.12.1. Bomba.**

Es un dispositivo mecánico que sirve para hacer que el agua u otro fluido fluyan, para elevarlos o para aplicarles presión.

---

<sup>6</sup> Torres, Ing. Sabina Miranda. Hidrogeología Pág. 105

#### **2.12.1.1. Bombas centrífugas verticales.**

También se les llama turbo bombas o bombas tipo pozo profundo. En realidad, son bombas centrífugas cuyo eje es vertical y sobre el cual se apoya un determinado número de impulsores que elevan el agua por etapas.<sup>7</sup>

#### **2.12.1.2. Conexión de bombas sarta.**

La conexión de las bombas requiere de una serie de accesorios complementarios para lograr un funcionamiento satisfactorio del equipo de bombeo pueden ser los siguientes: Válvulas, supresores del golpe de ariete, juntos, derivaciones, manómetros, niples, tuberías etc. Son elementos que integrados a la estación mantienen el control de las diversas condiciones de operación.

#### **2.13. Línea de conducción.**

Se le conoce como línea de conducción o línea de transmisión, a la parte del sistema de abastecimiento de agua potable compuesta por un conjunto de conductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de captación hasta un punto que puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora o la red de distribución.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento de agua, se distinguen dos tipos de línea de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo, pero también es posible realizar una combinación de las dos.

---

<sup>7</sup> Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pág; 35, 36

### **2.13.1. Línea de conducción por gravedad.**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo.

### **2.13.2. Línea de conducción por bombeo.**

En el diseño de una línea de conducción por bombeo, se hará uso de una fuente externa de energía, para impulsar el agua desde la toma hasta la altura requerida, venciendo la carga estática y las pérdidas por fricción originadas en el conducto al trasladarse el flujo.

### **2.13.3. Golpe de ariete.**

Se le llama golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado (presión) cuando el movimiento del fluido (líquido) es modificado. Ocurre cuando el bombeo es interrumpido bruscamente, la columna de agua escurrirá en sentido viajando hacia la bomba.

El cierre rápido y automático de la válvula de retención creará condiciones para la presión en el punto más bajo, la sarta de la bomba, se eleve bastante, comprimido por la columna restante, y animada por el movimiento invertido en el sentido de arriba hacia abajo (T-bomba). Es la fase de sobrepresión del golpe de ariete.

Por las características elásticas de la tubería de la propia agua, la presión después de alcanzar el valor máximo será reducida hasta un mínimo. El fenómeno se repite con ondas de sobre presión sucediéndoles a las ondas de

depresión, cuyos valores oscilan en torno al valor de presión estática en el punto hasta la amortiguación total de la sobre presión.<sup>7</sup>

## **2.14. Tanque de almacenamiento.**

### **2.14.1. Tanque de alimentación.**

Son los que reciben de la fuente o planta de tratamiento el caudal de consumo máximo diario y sale del caudal que demande la población en el momento que se le exija incluyendo el consumo de máxima hora.

### **2.14.2. Tanque de excedencias.**

Los tanques de excedencias reciben de la red el agua que la población no consume en las horas de baja demanda y alta presión, lo que permite la elevación del gradiente hidráulico en sus cercanías, auxiliado de esta forma a la línea de conducción a satisfacer la demanda máxima, y por si fuera poco la tubería que une a la red y al reservorio es de un diámetro menor que el del resto de la línea de conducción o igual.<sup>9</sup>

## **2.15. Red de distribución.**

La red de distribución es el conjunto de tuberías que se instalan subterráneamente en las calles de una población y de las que se derivan las tomas domiciliarias que entregan el agua en la puerta de la casa del usuario.

### **2.15.1. Sistemas de ramales abiertos.**

Son redes de distribución constituidas por ramales troncales y una serie de ramificaciones o ramales que puede constituir pequeñas mallas o constituidas

---

<sup>7</sup> Ing. María Elena Baldizón A. Apuntes de ingeniería sanitaria I. 1999, Managua. Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI – RUPAP. Pag; 57

<sup>9</sup> López, Molina. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable. Pag; 117, 154, 155, 162

por ramales ciegos. Este tipo de red es usado comúnmente en comunidades de poca envergadura que entregan mayormente el agua a través de fuentes públicas o en localidades cuyo asentamiento se desarrolla longitudinalmente a lo largo de arterias de vías primarias de carreteras. También pueden utilizarse en poblados donde la topografía dificulta o no permite la formación de anillos.

## **2.16. Modelación en EPANET<sup>3</sup>.**

EPANET es un programa de ordenador que realiza simulaciones en periodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión. Una red puede estar constituida por tuberías, nudos (uniones de tuberías), bombas, válvulas y depósitos de almacenamiento o embalses. Efectúa un seguimiento de la evolución de los caudales en las tuberías, las presiones en los nudos, los niveles en los depósitos, y la concentración de las especies químicas presentes en el agua, a lo largo del periodo de simulación discretizado en múltiples intervalos de tiempo. Además de la concentración de las distintas especies, puede también simular el tiempo de permanencia agua en la red y su procedencia desde las diversas fuentes de suministro.

EPANET se ha concebido como una herramienta de investigación para mejorar nuestro conocimiento sobre el avance y destino final de las diversas sustancias transportadas por el agua, mientras esta discurre por la red de distribución. Entre sus diferentes aplicaciones puede citarse el diseño de programas de muestreo, la calibración de un modelo hidráulico, el análisis del cloro residual, o la evaluación de las dosis totales suministradas a un abonado. EPANET puede resultar

---

<sup>3</sup> Manual EPANET, Universidad Politécnica de Valencia

## **2.17. Tratamiento.**

### **2.17.1. Filtración lenta.**

La filtración lenta en arena (FLA) es el sistema de tratamiento de agua más antiguo del mundo. Copia el proceso de purificación que se produce en la naturaleza cuando el agua de lluvia atraviesa los estratos de la corteza terrestre y forma los acuíferos o ríos subterráneos. El filtro lento se utiliza principalmente para eliminar la turbiedad del agua, pero si se diseña y opera convenientemente puede ser considerado como un sistema de desinfección del agua.

Básicamente, un filtro lento<sup>4</sup> consta de una caja o tanque que contiene una capa sobrenadante del agua que se va a desinfectar, un lecho filtrante de arena, drenajes y un juego de dispositivos de regulación y control.

El filtro lento se caracteriza por ser un sistema sencillo, limpio y a la vez eficiente para el tratamiento de agua. Comparado con el filtro rápido, requiere de áreas más grandes para tratar el mismo caudal y, por lo tanto, tiene mayor costo inicial. Sin embargo, su simplicidad y bajo costo de operación y mantenimiento lo convierte en un sistema ideal para zonas rurales y pequeñas comunidades, teniendo en cuenta además que los costos por área de terreno son comparativamente menores en estas zonas. La filtración lenta, como se ha mencionado, es un proceso que se desarrolla en forma natural, sin la aplicación de ninguna sustancia química, pero requiere un buen diseño, así como una apropiada operación y cuidadoso mantenimiento para no afectar el mecanismo biológico del filtro ni reducir la eficiencia de remoción microbiológica.

El agua cruda que ingresa a la unidad permanece sobre el medio filtrante tres a doce horas, dependiendo de las velocidades de filtración adoptadas. En ese tiempo, las partículas más pesadas que se encuentran en suspensión se

---

<sup>4</sup> [www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo5.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/fulltext/desinfeccion/capitulo5.pdf)

sedimentan y las partículas más ligeras se pueden aglutinar, lo que facilita su remoción posterior. Durante el día, bajo la influencia de la luz solar, se produce el crecimiento de algas, las cuales absorben bióxido de carbono, nitratos, fosfatos y otros nutrientes del agua para formar material celular y oxígeno. El oxígeno así formado se disuelve en el agua, entra en reacción química con las impurezas orgánicas y hace que éstas sean más asimilables por los microorganismos. En la superficie del medio filtrante se forma una capa constituida por material de origen orgánico, conocida con el nombre de “schmutzdecke” o “piel de filtro”, a través de la cual tiene que pasar el agua antes de llegar al propio medio filtrante. El schmutzdecke o capa biológica está formado principalmente por algas y otras numerosas formas de vida, como plankton, diatomeas, protozoarios, rotíferas y bacterias. La acción intensiva de estos microorganismos atrapa, digiere y degrada la materia orgánica contenida en el agua. Las algas muertas, así como las bacterias vivas del agua cruda son también consumidas en este proceso. Al mismo tiempo que se degradan los compuestos nitrogenados se oxigena el nitrógeno. También se remueve algo de color y una considerable proporción de partículas inertes en suspensión es retenida por cernido. Una vez que el agua pasa a través del schmutzdecke, entra al lecho filtrante y es forzada a atravesarlo en un proceso que normalmente toma varias horas y en el que se desarrollan diversos procesos físicos y biológicos que constituyen el proceso final de purificación.

## **2.18. Cloración.**

La cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. La desinfección significa una disminución de la población de bacterias hasta una concentración inocua, en contraste con la esterilización en la cual se efectúa una destrucción total de la población bacteriana.<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Opazo, Francisco Unda; Jenkins, David. Manual de tratamiento de aguas. 1998, México. LIMUSA, S.A.



## **2.19. Costo y presupuesto**

Es el cálculo anticipado del costo total estimado para ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento de un proyecto generalmente identificado en un período de tiempo determinado

## **Capítulo III: Diseño metodológico.**

### **3.1. Estudios básicos.**

Para la elaboración del presente estudio fue necesario hacer investigaciones de campo en la comunidad de San Francisco, tales como: Recopilación de información básica en las diferentes instituciones, Estudio socioeconómico a través de una encuesta, Inspección física de los elementos del acueducto existente, Aforos, levantamiento topográfico del área del proyecto, Estudio de suelos y Calidad de Aguas, Estudios de Oferta y Demanda de Agua Potable e Inspección y registro de la infraestructura física del sistema, así como su forma de operación y toma de presiones en la red de distribución.

#### **3.1.1. Recopilación de la información.**

Se visitaron las instituciones como la Alcaldía, MINSA, ENACAL para recopilar información de las características básicas de la zona como ubicación, características locales, climatología para lograr un diseño exacto del proyecto.

#### **3.1.2. Estudios básicos.**

Para la elaboración del presente estudio fue necesario hacer investigaciones de campo en la comunidad de San Francisco, tales como: Recopilación de información básica en las diferentes instituciones, Estudio socioeconómico a través de una encuesta, Inspección física de los elementos del acueducto existente, Aforos, levantamiento topográfico del área del proyecto, Estudio de

suelos y Calidad de Aguas, Estudios de Oferta y Demanda de Agua Potable e Inspección y registro de la infraestructura física del sistema, así como su forma de operación y toma de presiones en la red de distribución.

### **3.1.3. Recopilación de información.**

Se visitaron las instituciones como la Alcaldía, MINSA, ENACAL para recopilar información de las características básicas de la zona como ubicación, características locales, climatología para lograr un diseño exacto del proyecto.

### **3.1.4. Estudio Socioeconómico.**

El censo y encuesta socioeconómica en la comunidad de San Francisco del municipio de La Trinidad fue realizada en el mes de abril del año 2017, fue efectuado casa a casa con el propósito de obtener datos reales y actualizados de la población, vivienda y aspectos de condiciones de vivienda, situación económica de la familia, saneamiento e higiene y recursos de servicio de agua, estos ítems fueron elegidos para verificar las condiciones actuales en que vive la población y poder definir la necesidad de mejoramiento del SAAP (sistema de abastecimiento de agua potable), así como la aceptación de la población para la realización del estudio.

La encuesta efectuada fue tipo FISE, con el apoyo de líderes de la comunidad, a través de entrevistas a los pobladores e información suministrada por la alcaldía municipal de La Trinidad y el MINSA.

Con la información obtenida se identificaron las necesidades básicas y situación actual en la comunidad de San Francisco, en la cual se cuantificaron la cantidad de beneficiarios directos, además se determinó cuáles son las formas y costos del abastecimiento actual, también se obtuvo información de la voluntad y

disposición al pago de la tarifa por parte de los beneficiarios, tomando en cuenta la sostenibilidad del proyecto.

#### **3.1.5. Inspección física del sistema de agua existente.**

Para poder evaluar el sistema de agua potable actual, se hizo necesario realizar visita de campo y con el estudio de la información existente y así conocer las características de todos los elementos que componen el sistema de agua. Se realizó un inventario en campo, donde se enumeró cada una de las partes pertenecientes al mismo, capacidades de las fuentes, almacenamiento etc., con el objetivo fundamental de obtener los parámetros con los que se contaba, para realizar el diseño de la ampliación.

Se realizó una inspección a las fuentes existentes con el objetivo de verificar el estado en que se encuentran y su operación, hallándose en mal estado y además con el problema que ya estos pozos necesitan ser reemplazados porque ya no producen el caudal de agua suficiente para abastecer a la población. Así mismo, también se visitó el tanque de almacenamiento encontrándose en mal estado físico.

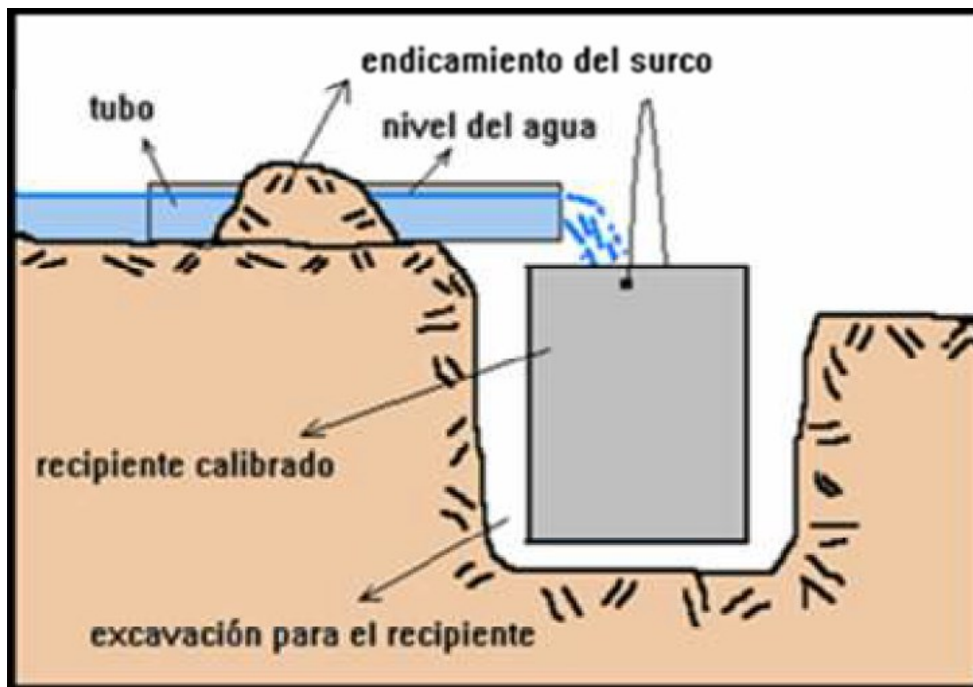
#### **3.1.6. Medición de caudales.**

Fue necesario medir la cantidad de agua de las fuentes, para conocer el caudal y evaluar si la cantidad de agua satisface a la población en estudio. El Aforo es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, caudal que pasa por una sección de un curso de agua.

### 3.1.6.1. Aforo del manantial.

Para el cálculo del caudal generado por la fuente se utilizó el método de aforo volumétrico, el cual consiste en determinar el tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de volumen conocido.

**Figura. 3.1. Aforo de manantial. (Método volumétrico).**



Se construyó en el área de la fuente un dique para permitir que el agua solo pasara por el tubo PVC hacia un recipiente calibrado, que permitió medir eficazmente el caudal.

Para calcular el caudal de la fuente se realiza a través de la siguiente formula:

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde:

Q = Caudal (l/s)

V= Volumen del recipiente (l)

t = Tiempo (s)

Por medio de este método, se realizaron 10 aforos con intervalos de un minuto, los datos obtenidos se promediaron obteniendo los siguientes resultados 49.20 litros por minuto (13.00 gpm), equivalentes a 0.82 litros por segundo

#### **3.1.6.2. Prueba de bombeo del pozo perforado.**

Se realizó un aforo durante el cual se probaron tres (3) caudales diferentes. Cada caudal se mantuvo constante durante cuatro (4) horas, de manera que la prueba duró doce (12) horas. La relación de cada caudal con respecto al anterior fue de 1.5 a 2.0.

La prueba a caudal constante duró 12 horas. Al terminar ésta, se hizo medidas de recuperación durante un tiempo mínimo de cuatro (4) horas.

### **3.2. Criterios técnicos de diseño.**

Se tomaron de las normas técnicas de INAA

### **3.3. Diseño del sistema de agua potable y saneamiento.**

#### **3.3.1. Levantamiento topográfico.**

Se realizó el levantamiento topográfico mediante el método taquimétrico: con estación total Leica TS02, con su respectivo prisma, bastón, brújula y una cinta métrica para medir altura de instrumento en cada punto de cambio (altimetría, planimetría); para la ubicación espacial en el terreno, se utilizó el sistema global de posicionamiento satelital (GPS), aparato electrónico, digital-portátil, marca: Garmin, modelo: GPS-64s, designando el sistema de coordenadas y de navegación: UTM/UPS, Datum WGS84, con un margen de error  $\pm 4$  metros.

Para marcar el sitio en el punto más alto del estudio, luego introduce los datos de coordenadas manuales del primer punto a la estación total e inició el

levantamiento topográfico. Se trazó línea de conducción desde donde estará ubicado el tanque de almacenamiento hacia la fuente de captación propuesta según estudio hidrogeológico buscando la parte más recta entre los dos puntos; al llegar al punto de la fuente se verificó las coordenadas del estudio hidrogeológico. Continuando el levantamiento topográfico de la red de distribución, ubicando toda la infraestructura existente (casas, postes de luz, cercas, ramales de caminos, puentes, alcantarillas), dejando BM en los sitios fijos y pozo; para su replanteo en la ejecución del proyecto.

Según el levantamiento topográfico, se determinó que el proyecto atiende al 100% de la población de la comunidad de San Francisco, 425 viviendas 1 escuela, 1 instituto de educación secundaria y el centro de salud.

### **3.3.2. Estudio hidrogeológico.**

Se analizó el estudio hidrogeológico suministrado por la alcaldía municipal de La Trinidad, como entidad coejecutora institucional del proyecto de agua, y conservación del medio ambiente, para conocer las características hidrológicas y geológicas del sitio en estudio y así tomar en cuenta las sugerencias o recomendaciones dadas por el consultor.

## **3.4. Trabajo de Gabinete.**

### **3.4.1. Conceptualización del Sistema.**

Se estableció que el tipo de sistema de abastecimiento de agua potable como un Acueducto por Bombeo Eléctrico del orden **Fuente-Tanque-Red**. La distribución del agua a las viviendas será por medio de puestos públicos, en ya que las fuentes no suministran la cantidad de agua suficiente para realizar conexiones domiciliarias.

### **3.4.2. Población y Demanda de Agua.**

Con los datos del Estudio socioeconómico y de Censos, se estimó la tasa de crecimiento y utilizando las Normas del INAA se estableció la población futura y la demanda de agua.

### **3.4.3. Diseño hidráulico del sistema<sup>5</sup>.**

Con los datos de población de Censos, obtenidos con el INIDE (Instituto Nicaragüense de Información y Desarrollo) se estimó la tasa de crecimiento poblacional que se utilizó para calcular la población futura. **(Ver apéndice 1-A-5)**

Conociendo la población beneficiada y la dotación de ésta, se calcularon los consumos para un periodo de diseño de 20 años. **(Ver apéndice 1-A.6)**

Para el mejoramiento y Ampliación del sistema se tomaron las siguientes consideraciones:

1. Se aprovecharon todas las tuberías de PVC y accesorios en buen estado de la red y líneas de conducción y los que no resultaron adecuados fueron diseñados.
2. Se diseñó la obra de captación de un Manantial y un pozo perforado
3. Para el tratamiento del agua se diseñó un Filtro lento
4. Se analizó la red de distribución Se realizaron los análisis hidráulicos en todo el sistema abastecimiento de agua con el Programa de Simulación de Redes de EPANET, para las condiciones actuales y futuras.
5. Tanque de almacenamiento
6. Clorador CTI – 8. La obra de tratamiento químico en este caso es necesaria porque debe de transformar la calidad bacteriológica del agua a valores mínimos admisibles.

---

<sup>5</sup> Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)

7. Puestos públicos

8. Se elaboraron los planos en AUTOCAD según el levantamiento topográfico y los resultados que se obtuvieron de los análisis hidráulicos realizados correspondientes a cada obra a ejecutarse en el proyecto y normas que rigen a los proyectos de agua potable y saneamiento.

9. Se calcularon los volúmenes de obra conveniente a cada etapa a desarrollarse a lo largo del proyecto y sus respectivos costos. Se cotizó los precios unitarios en diferentes sitios de distribución de materiales; entre ellos: sitios ferreteros y agro servicios además se utilizó la guía de costos maestros 2014 del FISE.

#### **3.4.4. Criterios de Diseño empleados<sup>6</sup>.**

Los criterios utilizados para el diseño de los diferentes elementos del proyecto están de acuerdo a lo establecido en los parámetros de diseños, comprendidos en los documentos siguientes:

- Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua. Rural – INAA
- NTON 09 003-99 Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua- INAA
- Manual de operación y mantenimiento de sistemas de suministro de agua en el medio rural. Rural - INAA.
- GUIA FISE: Guía metodológica para la formulación y diseño de proyectos de agua potable y saneamiento.

---

<sup>6</sup> Normas Técnicas obligatorias Nicaragüense de Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable en el medio rural (NTON 09001-99)



#### **3.4.5. Período de diseño.**

El período de diseño se definió con un horizonte de 20 años, comprendiendo el período 2018-2038.

#### **3.4.6. Nivel de servicio.**

El 100 % de la población total será servida mediante puestos públicos durante todo el período de diseño ya que las fuentes no suministran la cantidad de agua suficiente para realizar conexiones domiciliarias de patio.

#### **3.4.7. Puesto Público.**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

En cada puesto público se colocará como máximo 2 grifos y la distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 m.

#### **3.4.8. Cálculo de población.**

Para el cálculo de las poblaciones futuras se usó el método geométrico, proyectado a 20 años y utilizando una tasa de crecimiento mínimo según normas de INAA del 2.5%, ya que el crecimiento proyectado según el INIDE del año (2015 al año 2020) es de 0.6% en el municipio de La Trinidad.

El crecimiento poblacional está expresado por la fórmula siguiente:

-  $P_n = P_o (1+r)^n$

- Dónde:

-  $P_n$  = Población del año “n”

-  $P_o$  = Población al inicio del período de diseño

- $r$  = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.
- $n$  = Número de años que comprende el período de diseño.

### **3.4.9. Consumos.**

#### **3.4.9.1. Dotación de agua.**

Se consideró una población servida directamente del 100% en todo el período de diseño por medio de puestos públicos, para lo cual el INAA establece un rango de caudal de 30 a 40 lppd, y se utilizó de 30 lppd.

#### **3.4.9.2. Variaciones de consumo.**

Los consumos de máximo día (CMD) y consumo máximo hora (CMH) corresponden a 1.5 y 2.5 del consumo promedio diario respectivamente.

$$CMD = 1.5 * CPD + H_f$$

$$CMH = 2.5 * CPD + H_f$$

CPD: consumo promedio diario

$H_f$ : pérdidas

#### **3.4.10. Pérdidas de agua en el sistema.**

Las pérdidas totales se fijan como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

#### **3.4.11. Selección de la Fuente de Abastecimiento.**

Se considera que todavía pueden seguirse aprovechando las aguas superficiales (manantial) y aguas subterráneas (pozo perforado) debido a que la capacidad de producción es baja y cumple con la demanda de la población al final del período de diseño.

### 3.4.12. Captación de Manantial de Ladera.

- a) los datos de aforo corresponden con el caudal al final del período seco de la zona y se tomó como base para el diseño y además el mínimo valor obtenido.
- b) El caudal crítico de producción de la fuente es igual al consumo máximo diario de la población al final del período de diseño.

#### 3.4.12.1. Determinación del ancho de pantalla.

Para determinar el ancho de la pantalla (Fig. 3.2) es necesario conocer el diámetro y el número de orificios que permitirán fluir el agua desde la zona de afloramiento hacia la cámara húmeda.

Sabemos que:  $Q_{\max} = v_2 \times Cd \times A$

Despejando:  $A = \frac{Q_{\max}}{v_2 \times Cd}$

Velocidad de paso teórica:  $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$

Donde: Gasto máximo de la fuente:  $Q_{\max} =$  l/s

Coeficiente de descarga:  $Cd = 0.80$  (valores entre 0.6 a 0.8)

Aceleración de la gravedad:  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

Carga sobre el centro del orificio:  $H =$  (Valor entre 0.40m a 0.50m)

en la entrada a  
 $v_{2t} = Cd \times \sqrt{2gH}$  tubería)

Velocidad de paso teórica:

Velocidad de paso asumida:  $v_2 =$  (el valor máximo es 0.60m/s, en la entrada a la tubería)

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Determinamos el número d orificios en la pantalla:

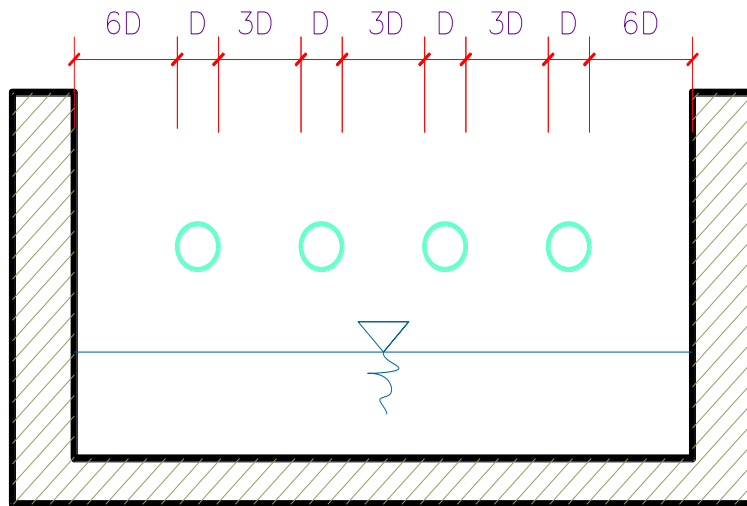
$$N_{ORIF} = \frac{\text{Área del diámetro teórico}}{\text{Área del diámetro asumido}} + 1$$

$$N_{ORIF} = \left( \frac{Dt}{Da} \right)^2 + 1$$

**N<sub>ORIF</sub> = 4 orificios**

Ancho de la pantalla:  $b = 2(6D) + N_{ORIF} \times D + 3D(N_{ORIF} - 1)$ .

**Figura 3.2. Pantalla en la caja de captación.**



### 3.4.12.2. Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara.

La distancia entre el afloramiento y la captación

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

$$H_f = H - h_o$$

Donde:

$H$ = Carga sobre el centro del orificio

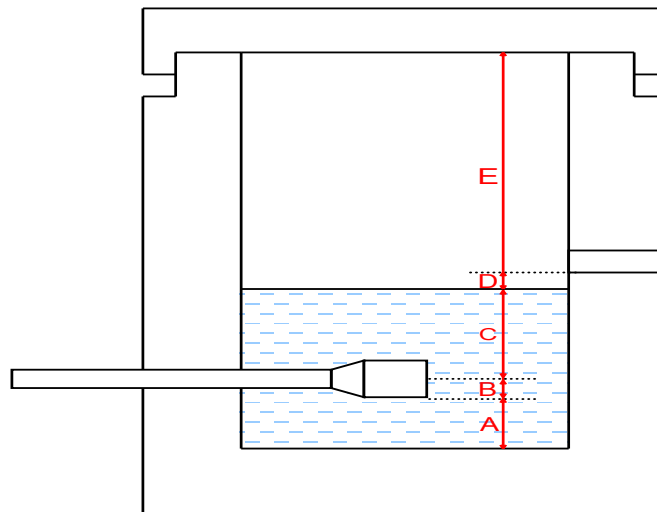
$h_o$ : Pérdida de carga en el orificio

$H_f$  = Pérdida de carga afloramiento

### 3.4.12.3. Cálculo de la altura de la cámara.

Para determinar la altura total de la cámara húmeda ( $H_t$ ), se considera los elementos identificados que se muestran en la Fig. 4.3

**Figura. 3.3. Cálculo de la cámara húmeda.**



Donde:

A: Altura mínima para permitir la sedimentación de arenas. Se considera una altura mínima de 10cm

B: Se considera la mitad del diámetro de la canastilla de salida.

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (mínima 5cm).

E: Borde Libre (se recomienda mínimo 30cm).

C: Altura de agua para que el gasto de salida de la captación pueda fluir por la tubería de conducción se recomienda una altura mínima de 30cm).

$$C = 1.56 \frac{v^2}{2g} = 1.56 \frac{Qmd^2}{2gA^2}$$

Q m<sup>3</sup>/s, A= m<sup>2</sup> g= m/s<sup>2</sup>

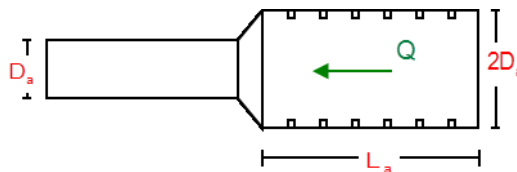
Altura total At = A + B + C + D +E

$$Ht = A + B + H + D + E$$

#### 3.4.12.4. Dimensionamiento de la canastilla.

Para el dimensionamiento de la canastilla, se considera que el diámetro de la canastilla debe ser dos veces el diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción (DC); que el área total de ranuras (At) debe ser el doble del área de la tubería de la línea de conducción (AC) y que la longitud de la canastilla (L) sea mayor a 3DC y menor de 6DC.

**Figura 3.4. Dimensionamiento de canastilla.**



##### 3.4.12.4.1. Diámetro de la canastilla.

El diámetro de la canastilla debe ser dos veces el Diámetro de la línea de conducción:

$$D_{\text{canastilla}} = 2 \times D_a$$

#### 3.4.12.4.2. Longitud de la canastilla.

Se recomienda que la longitud de la canastilla sea mayor a 3Da y menor que 6Da:

Siendo las medidas de las ranuras:

ancho de la ranura = 5 mm (medida recomendada)

largo de la ranura = 7 mm (medida recomendada).

#### 3.4.12.4.3. Área Total de ranuras.

El área total de las ranuras ( $A_{TOTAL}$ ):

$$A_{TOTAL} = 2A$$

El valor de  $A_{total}$  debe ser menor que el 50% del área lateral de la granada ( $A_g$ )

$$A_g = 0.5 \times D_g \times L$$

Donde:

Diámetro de la granada:  $\downarrow A_{TOTAL} < A_g$  OK!

#### 3.4.12.4.4. Número de ranuras.

$$N^{\circ} \text{ranuras} = \frac{\text{Area total de ranura}}{\text{Area de ranura}}$$

#### 3.4.12.5. Dimensionamiento de la tubería de rebose y limpieza.

En la tubería de rebose y de limpia se recomienda pendientes de 1 a 1,5%

La tubería de rebose y limpia tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la siguiente ecuación:

$$D_r = \frac{0.71 \times Q^{0.38}}{h_f^{0.21}}$$

Donde:

Gasto máximo de la fuente:  $Q_{\text{máx}} = \text{l/s}$

Perdida de carga unitaria en m/m:  $h_f = 0.015 \text{ m/m}$  (valor recomendado)

### **3.5. Fundaciones de equipos de bombeo.**

La fundación del equipo de bombeo se diseña de acuerdo a las dimensiones y característica del equipo, generalmente es de concreto reforzado con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### **3.5.1. Equipo de bomba y motor.**

- El tipo de bomba empleada es turbina de eje vertical
- El caudal de explotación de bombeo se diseñó para un período de bombeo mínimo de 12 horas y un máximo de 16 horas.

#### **3.5.2. Diseño de bomba.**

Para el cálculo de las pérdidas en la succión y descarga de la bomba se aplicó la formula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica.

$$hf = 10.575 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * Le * D^{-4.87}. \text{ Dónde:}$$

H= Pérdida de carga en metros

L= Longitud en metros

Q= Gasto en m<sup>3</sup>/seg

D= Diámetro en metros

C= Coeficiente de Hazen-Williams, cuyo valor depende del tipo de tubería utilizada.

- El cálculo de la carga total dinámica se realizó con las pérdidas en la succión, la descarga, la diferencia de nivel entre la succión de la bomba y el tanque de almacenamiento.



$$CTD = Z + h_f + h_r + h_p$$

Z: Diferencia de Nivel.

$h_f$ : Pérdidas de carga.

$h_r$ : Altura de rebose de tanque.

$h_p$ : Profundidad del nivel de ubicación de la bomba en el pozo.

- La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * CTD * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

$\gamma$ : peso específico.

CTD: carga total dinámica.

Q: caudal de diseño.

$\epsilon_B$ : eficiencia de la bomba.

FM: factor de mayoración.

### 3.5.3. Líneas de conducción.

#### 3.5.3.1. Línea de conducción por bombeo.

En el diseño de la línea de conducción por bombeo, se hizo uso de una fuente externa de energía y debe tener la capacidad suficiente para conducir el caudal del consumo máximo día (CMD) de los próximos 20 años.<sup>15</sup>

El diámetro de la tubería en la línea de impulsión, se calculó por medio del método de Bresse, detallado a continuación<sup>7</sup>.

$$D = K \times (Q)^{0.45}$$

<sup>15</sup> Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 20, 25, 31

<sup>7</sup> Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pag. 31

Dónde:

D = Diámetro de tubería de descarga (m).

K = 0.9.

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s).

N = 0.45

- Velocidad

Para calcular la velocidad media del flujo en la tubería, se utiliza la ecuación de continuidad.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V: Velocidad media del fluido a través de la tubería, en m/s.

D: Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería, en metros.

Q: Caudal de bombeo igual al de diseño, en l/s.

Así mismo, se tomaron en cuenta las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete.

#### **3.5.3.1.1. Golpe de ariete.**

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete se calculó aplicando la fórmula 23 de Lorenzo de Allievi:

$$H = \frac{145 * V}{\sqrt{1 + \frac{Ea * D}{Em * e}}}$$

Dónde:

V: velocidad m/s

Ea: módulo de elasticidad del agua en kg/cm<sup>2</sup>

Em: módulo de elasticidad del material en kg/cm<sup>2</sup>

D: diámetro de la tubería en pulgadas

e: espesor de la pared de la tubería

### **3.5.3.2. Línea de conducción por gravedad.**

yPara el análisis de la línea de conducción por gravedad se consideró un período de diseño de 20 años (2018-2038) de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), y un caudal de 0.82 l/s, de acuerdo al caudal que proporciona el manantial.

A continuación, calculamos las pérdidas en la tubería y para realizar este cálculo utilizaremos la fórmula de Hazen – William.

$$h_f = 10.67 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}$$

$$V = 0.355 * C * D^{0.63} * S^{0.54}$$

hf= Pérdida de carga en metros

C= Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s).

S = gradiente hidráulico, donde S= hf/L

### **3.5.4. Almacenamiento.**

#### **3.5.4.1. Ubicación del Tanque.**

A partir de los perfiles altimétricos se seleccionó un sitio adecuado geológica y topográficamente, para garantizar que el sistema cubra con el servicio a toda la comunidad. Estará ubicado lo más cercano posible de la comunidad, el área deberá estar cercada.

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimó en un 15% del consumo promedio diario, (volumen compensador) y un 20% del consumo promedio diario, (volumen de reserva) de tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimado fue igual al 35% del CPD.

#### **3.5.4.2. Conexión del Tanque.**

a) La entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicaron en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.

b) Se consideró un paso directo tipo puente (by- pass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque.

c) La tubería de rebose descargará libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.

d) Se consideró la instalación válvulas de compuerta bridadas en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción de la de rebose.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Normas rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 36, 37

e) Además llevará accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

f) Se recomienda que el tanque tenga una altura máxima de 3 metros, con un borde libre de 0.50 metros y deberán estar cubiertos con una losa de concreto.

### **3.5.5. Red de distribución.**

El sistema está constituido por el esquema fuente-tanque-red. La red de distribución se diseñó con el consumo máximo horario para final del período de diseño, y con este se determinaron los diámetros de las tuberías y presiones mínimas de operación en el sistema de distribución.

### **3.5.6. Análisis y cálculo hidráulico de la red.**

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software Epanet 2.0 español, utilizando la fórmula de Hazen Williams que dispone el programa, se efectuó el análisis, para máximo consumo y cero consumos de la red de distribución.

### **3.5.7. Diámetro mínimo.**

El diámetro mínimo de la tubería de la red de distribución fue de 2 pulgadas (50 mm) siendo este satisfactorio para atender la demanda máxima, también se utilizó un diámetro mínimo de una pulgada y media 1½" (37.5 mm) en longitudes no superiores a los 100.00 m.<sup>16</sup>

El diámetro de las conexiones y de los grifos será de ½" (12 mm).

---

<sup>16</sup> Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pag. 433

### 3.5.8. Presiones máximas y mínimas.

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible, en los valores siguientes:

Presión mínima: 5.0 m.

Presión máxima: 50.0 m.

### 3.5.9. Coeficiente de rugosidad.

**Tabla N° 3.1. Coeficiente de rugosidad.**

Material del conducto	Coeficiente de rugosidad (C)
Tubo de hierro galvanizado (H°,G°)	100
Tubo de hierro fundido (H°,F°)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

### 3.5.10. Velocidades permisibles en tuberías.

Las velocidades del flujo para evitar erosión interna o sedimentación en las tuberías estarán entre los valores permisibles siguientes:

Velocidad mínima = 0.40 m/s

Velocidad máxima= 2.00 m/s

### 3.5.11. Cobertura de tuberías.

En cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico, se mantendrá una cobertura mínima de 1.20 m sobre la corona de la tubería y en caminos de poco tráfico una cobertura de 1 m sobre la corona del tubo.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Normas Rurales. (NTON 09 003-99)-INAA; Pag. 15

### **3.5.12. Tratamiento y desinfección.**

#### **3.5.12.1. Calidad del agua.**

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

Los parámetros mínimos de control para el sector rural serán: coliformes total, coliformes fecal, olor, sabor, color, turbiedad, temperatura, concentraciones de iones de hidrógeno y conductividad.

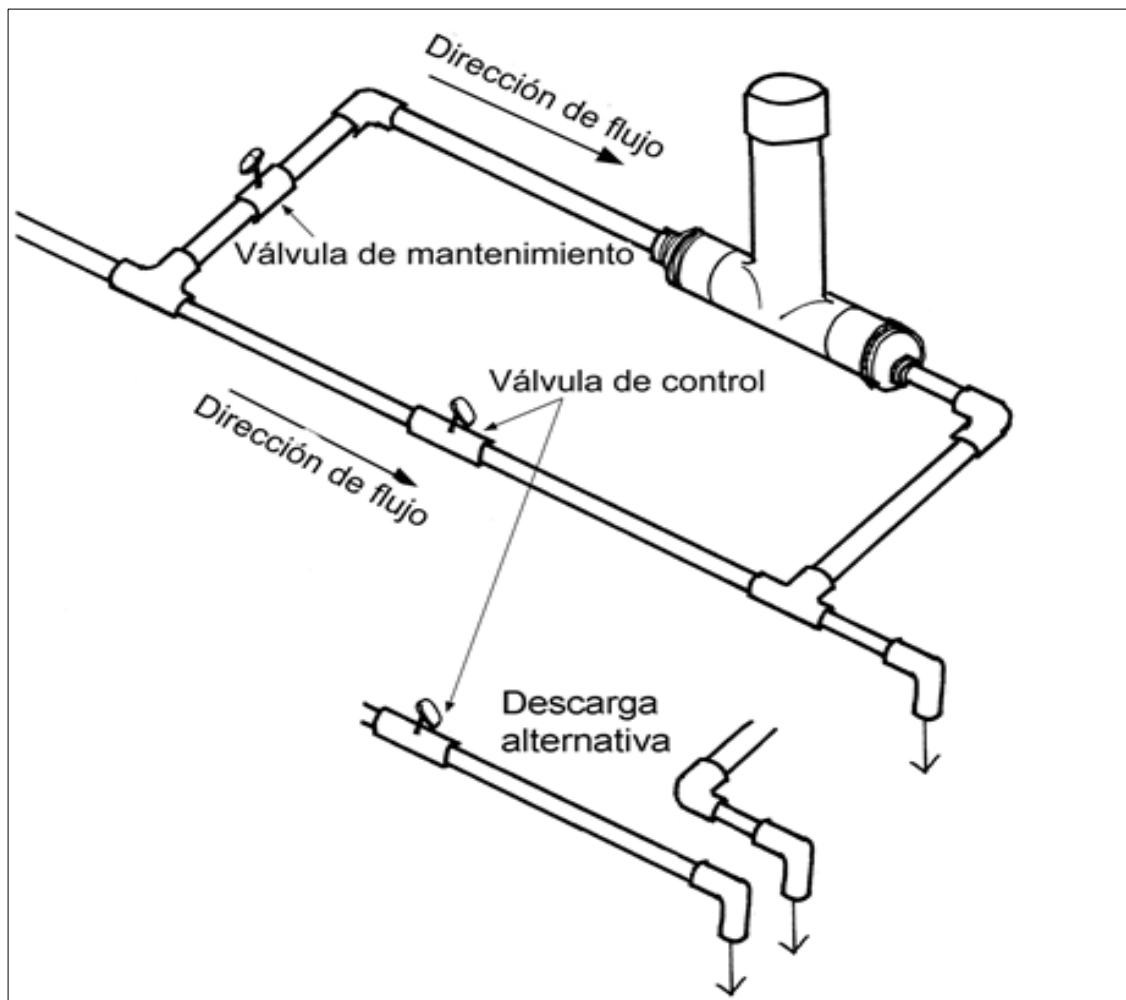
El análisis de las fuentes de agua tales como manantiales, pozos perforados, pozos excavados a mano deberá cumplir con las normas de calidad del agua vigente aprobada por el INAA y MINSA.

Con el objetivo de garantizar un agua de buena calidad a la población se recomendó instalar una unidad de cloración en la captación.

### **3.5.13. Aplicación de Cloro.**

El hipoclorito de sodio se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica hasta una concentración máxima de 1% al 3%. Para su dosificación se usará un clorador constante de fabricación nacional (CTI – 8). (Ver figura 3.5).

**Figura. 3.5. Esquema de un clorador CTI – 8.**



Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI – 8.

#### **3.5.14. Tiempo de Contacto.**

Se recomienda que el tiempo de contacto entre el cloro y el agua sea de 30 minutos antes de que llegue al primer consumidor; en situaciones adversas se puede aceptar un mínimo de 10 minutos.<sup>16</sup>

La concentración de cloro residual que debe permanecer en los puntos más alejados de la red de distribución deberá ser 0.2-0.5 mg/lit después del período de contacto antes señalado.

<sup>16</sup> Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)-INAA. Pag. 96, 98,99.



**Tabla N° 3.2. Volúmenes necesarios de soluciones al 1% para dosificar 1.P.P.M (Una parte por millón de cloro a diferentes volúmenes de agua.)<sup>17</sup>**

Volumen de agua por tratar en litros	Volumen de la solución al 1%
100	10 mililitros
200	20
300	30
400	40
500	50
1000	100
2000	200
3000	300
10000	1.0 Litros
15000	1.5
20000	2.0

Fuente: Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

### 3.5.15. Parámetros Físico – Químicos de Calidad del Agua.

Los parámetros físico - químicos establecidos por las normas CAPRE y que han sido establecidos como parámetros regionales de control de calidad de agua de consumo humano y que están en clara coincidencia con las NTON de INAA, se reflejan en la siguiente tabla, así como los resultados del análisis físico – químico de la muestra realizada se encuentra adjunta en los anexos del presente documento.

**Tabla N° 3.3. Parámetros Físico – Químicos de Control de Calidad del Agua.**

PARAMETROS FISICO – QUIMICO			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración iones Hidrógeno	Valor pH	6.5 a 8.5	
Cloro residual	mg/l	0.5 a 1.0	
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	
Dureza	mg/lCaCO3	400	

<sup>17</sup> Manual de operación y mantenimiento rural (NTON 09 003-99) – INNA. Pag.29

PARAMETROS FISICO – QUIMICO			
PARAMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l		0.2
Calcio	mg/lCaCO <sub>3</sub>	100	
Cobre	mg/l	1	2
Magnesio	mg/lCaCO <sub>3</sub>	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l	10	
Sol. Tot. Dis.	mg/l	1000	
Zinc.	mg/l	3	
Nitrato – NO <sub>3</sub>	mg/l	25	45
Nitritos – NO <sub>2</sub>	mg/l	0.1	1
Amonio	mg/l	0.05	0.5
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.1	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 - 1.5
Sulfuro Hidrógeno	mg/l		0.5

Fuente: Universidad Nacional de Ingeniería. Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente (PIENSA). Managua, Nicaragua.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de calidad del agua en el muestreo de la fuente propuesta, realizada por el equipo, para la formulación del Proyecto: Construcción de MAG I Etapa en la comunidad de San Francisco, se logró determinar una leve turbidez en el agua, lo que será controlada con la implementación de un filtro de piedra bolón en el área del nacimiento, el resto de los valores están por debajo de los valores máximos admisibles por las normas técnicas obligatorias (NTON 09001-99).

### 3.5.16. Nivel de servicio.

La distribución del agua a las viviendas será por medio de puestos públicos, ya que las fuentes no suministran la cantidad de agua suficiente para realizar conexiones domiciliarias de patio.

#### **3.5.16.1. Puestos Públicos.**

Son tomas de agua que se implantan particularmente en el sector rural para abastecer dos a un máximo de 20 casas.

#### **3.5.16.2. Consideraciones.**

- a) Deberá instalarse en terreno comunal y si es privado garantizar que pase a ser comunal.
- b) El puesto público no deberá ser usado para el lavado de ropa, baño de personas o animales, lavado de maíz etc.
- c) Se cercará el puesto de tal forma que se garantice su protección evitando el acceso de animales.
- d) En cada puesto público se colocará como máximo 2 grifos, (ver detalle)

#### **3.5.16.3. Ubicación.**

- a) El número de puestos a instalarse dependerá de la cantidad de casas, el número de personas y la ubicación de las casas, para su ubicación deberá abastecer como mínimo dos casas.
- b) Se ubicarán puestos en las Escuelas, Centro de Salud, Centros Infantiles.
- c) El puesto se ubicará centralizado a las casas a servir.
- d) La distancia máxima entre puesto y casa más alejada será de 100 mts.

## Capítulo IV: Análisis y resultados.

### 4.1. Situación actual del suministro de agua<sup>8</sup>.

#### 4.1.1. Evaluación del sistema actual.

En la actualidad se presentan una serie de deficiencias en el sistema de distribución de agua potable de la comunidad de San Francisco- La Trinidad.

#### 4.1.2. Fuente de Abastecimiento de agua.

Se puede decir que dentro de la comunidad existen diferentes fuentes de abastecimiento de agua para la población, dentro de ellas se tienen dos sistemas de agua potable que benefician a los diferentes sectores que conforman la comunidad, aunque los problemas más sentidos son la falta de capacidad de las fuentes existentes para abastecer a la población, tal es el caso del sistema que abastece **al sector N° 1**, que cuenta **con un MABE**, cuya fuente de abastecimiento es un pozo perforado, que inicialmente aportaba un caudal de 26 gpm, pero su producción se ha reducido hasta el nivel de aportar 8.72 gpm, lo que obliga al comité a bombear agua hasta por 36 horas continuas para poder llenar el tanque, incurriendo en gastos excesivos en concepto de energía eléctrica.

El problema de productividad de las fuentes de abastecimiento de agua también se refleja en el **sector N° 2**, aunque con menor incidencia debido a que es un **manantial** y abastece al sistema por gravedad, por lo que la producción total del manantial es dirigida al tanque de almacenamiento y por ende el abastecimiento del sistema es continuo y los costos de operación y mantenimiento son menores.

El sistema de abastecimiento de agua del sector N° 1, es administrado por un Comité de Agua Potable y Saneamiento conformado (tabla 4.3).

---

<sup>8</sup> Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de San Francisco

**Tabla N°. 4.1. Miembros Integrantes del CAP'S.**

<b>Integrantes</b>	<b>Cargo</b>
Rigoberto Laguna Laguna	Presidente
Santos Laguna Aguirre	Secretario
Martha del Socorro Laguna Jarquín	Tesorera
Horacio Laguna Laguna	Fiscal
Juana del Carmen Laguna Laguna	Vocal
Gustavo Mendoza Laguna	Vocal

Fuente: Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de San Francisco

#### **4.1.3. Estación de bombeo.**

La estación de bombeo existente está en mal estado, el agua de la fuente se ha agotado desde 26 gpm que producía cuando inició el funcionamiento del proyecto, hasta 8.72 gpm que produce en la actualidad.

#### **4.1.4. Línea de conducción.**

En la comunidad de San Francisco, el sistema existente está compuesto por una línea de conducción por gravedad y una línea de conducción por bombeo.

Las dos líneas de conducción están construidas con tubería PVC y están en mal estado, ambas tuberías llevan el agua al tanque de almacenamiento ubicado en la parte más alta de la comunidad.

#### **4.1.5. Tanque de almacenamiento.**

✓ La estructura general del tanque está en mal estado y la capacidad de almacenamiento del tanque no es suficiente, debido a que este sistema fue construido en el año 1985 y la población ha crecido.

✓ Las válvulas de entrada y de salida del tanque presentan corrosión en su estructura debido a que están expuestas a la intemperie.

#### 4.1.6. Red de distribución existente.

La red de distribución existente es de tubería PVC, la cual tiene una longitud total de 1937 m, con diámetros de 2", 1 ½" y de 1". Existen 1191 m de tubería de 1" de diámetro, 726 m de tubería con diámetro de 1 ½" y 20 m de 2" de diámetro.

La red de distribución está en mal estado, la tubería está superficial y presenta muchas fugas. Esta red de distribución fue construida en el año 1985, la cual ya cumplió con su vida útil

#### 4.1.7. Resultados de análisis hidráulico de red existente.

**Tabla. 4.2. Cotas y presiones en red existente.**

Cotas y presiones en red existente		
	Cota	Presión
ID Nudo	m	m
Conexión Nd102	611.756	43.42
Conexión Nc4	616.736	38.44
Conexión Nd100	622.356	33.08
Conexión Nc3	630.136	26.14
Conexión Nd98	634.186	22.83
Conexión Nc2	640.636	18.39
Conexión Nc1	658.136	4.68
Conexión Nd95	656.336	7.15
Conexión Nc6	648.136	12.14
Conexión Nc9	641.336	16.67
Conexión Nc27	640.836	15.69
Conexión Nc28	640.136	15.66
Conexión Nc29	638.736	15.06
Conexión Nd135	638.35	14.65
Conexión Nc30	633.45	18.11
Conexión Nd137	632.85	18.25
Conexión Nd138	630.35	20.59
Conexión Nc31	627.36	23.29
Conexión Nd140	630.05	20.48
Conexión N32	630.05	20.4
Conexión Nd148	629.45	21
Conexión Nc12	634.036	22.11

Cotas y presiones en red existente		
	Cota	Presión
ID Nudo	m	m
Conexión Nc13	633.636	17.67
Conexión Nc14	631.136	18.36
Conexión Nc15	631.186	16.26
Conexión Nc10	639.636	17.63
Conexión Nc11	640.5	17.26
Conexión Nd111	638.636	19.78
Conexión Nc18	621.136	33.99
Conexión Nc19	613.436	41.7
Conexión Nd123	614.436	40.7
Conexión Nc16	625.686	29.65
Conexión Nd117	627.186	27.93
Conexión Nc17	626.986	27.8
Conexión Nd119	626.486	28.25
Conexión Nd120	625.436	29.31
Conexión Nc21	623.386	30.83
Conexión Nc24	621.386	32.82
Conexión Nd126	620.386	33.71
Conexión Nc22	610.386	43.68
Conexión Nd142	629.36	21.04
Conexión Nc33	629.21	21.15
Conexión Nd144	624.73	25.63
Conexión 1	616.73	38.45
Conexión 3	623.386	30.76
Conexión 2	641.336	16.67
Depósito Tanque	662.136	2.4

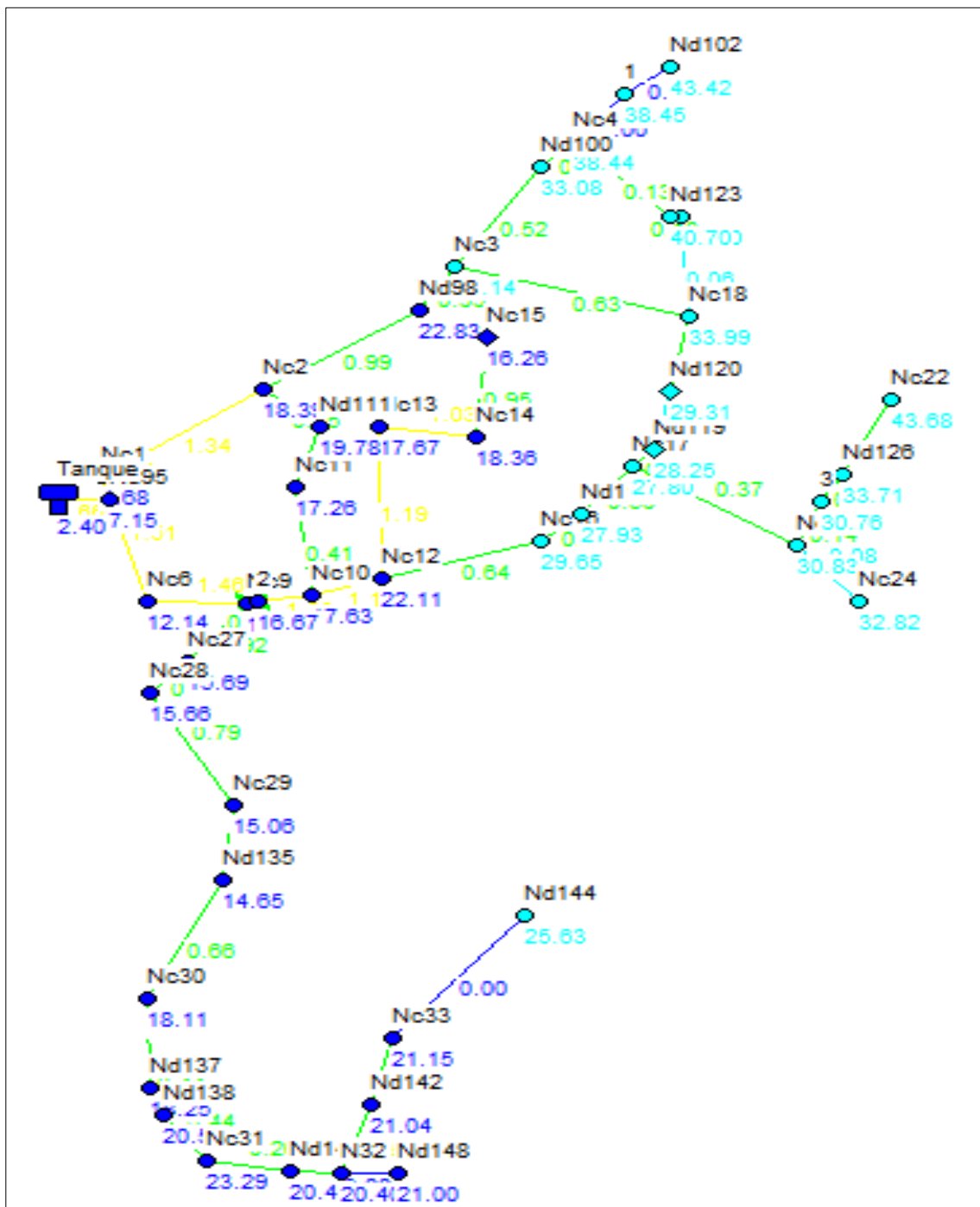
**Tabla. 4.3. Longitud, diámetro y velocidades en red existente.**

Longitud, diámetros y velocidad en red existente				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T103	18.29	25	150	0.52
Tubería T102	59.39	25	150	0.52
Tubería T101	26.12	38	150	0.99
Tubería T100	70.89	38	150	0.99
Tubería T99	76.46	38	150	1.34
Tubería T98	12.92	38	150	1.37
Tubería T107	52.08	38	150	1.51
Tubería T110	39.03	38	150	1.46

	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T137	37	25	150	0.92
Tubería T138	21.3	25	150	0.84
Tubería 5	65	25	150	0.79
Tubería T140	36.8	25	150	0.66
Tubería T141	66.3	25	150	0.66
Tubería T142	44.6	25	150	0.44
Tubería T143	15.2	25	150	0.44
Tubería T144	27.4	25	150	0.44
Tubería T145	32.9	25	150	0.26
Tubería T146	19.78	25	150	0.26
Tubería T153	21.16	25	150	0
Tubería T116	76.2	25	150	1.19
Tubería T117	37.5	25	150	1.03
Tubería T118	49.5	25	150	0.95
Tubería T112	54	25	150	0.41
Tubería T113	31.2	25	150	0.65
Tubería T114	28.54	25	150	0.65
Tubería T125	93.27	38	150	0.63
Tubería T127	4.277	38	150	0.13
Tubería T128	53.2	38	150	0.13
Tubería T115	28.64	38	150	1.19
Tubería T119	63.75	38	150	0.64
Tubería T120	20.8	38	150	0.59
Tubería T121	30.9	38	150	0.59
Tubería T122	11.24	38	150	0.38
Tubería T123	29.78	38	150	0.1
Tubería T124	37.7	38	150	0.58
Tubería T126	49.87	38	150	0.06
Tubería T130	74.8	25	150	0.37
Tubería T134	36	25	150	0.08
Tubería T132	26.2	25	150	0.14
Tubería T147	36	25	150	0.15
Tubería T148	34	25	150	0.15
Tubería T149	79.5	25	150	0
Tubería T97	19.58	50	150	1.66
Tubería T1	26	25	150	0
Tubería T3	40	25	150	0.14
Tubería T2	62	25	150	0.14
Tubería T4	34	25	150	0
Tubería T5	24.5	38	150	1.03



**Figura. 4.6. Esquema de red existente.**



Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.3.se observa la red existente y en la página 108, se observa la red como se diseñó, es importante mencionar que se construirá toda nueva ya que la existente está en mal estado.

## **4.2. Estudio socioeconómico.**

### **4.2.1. Población y sus características.**

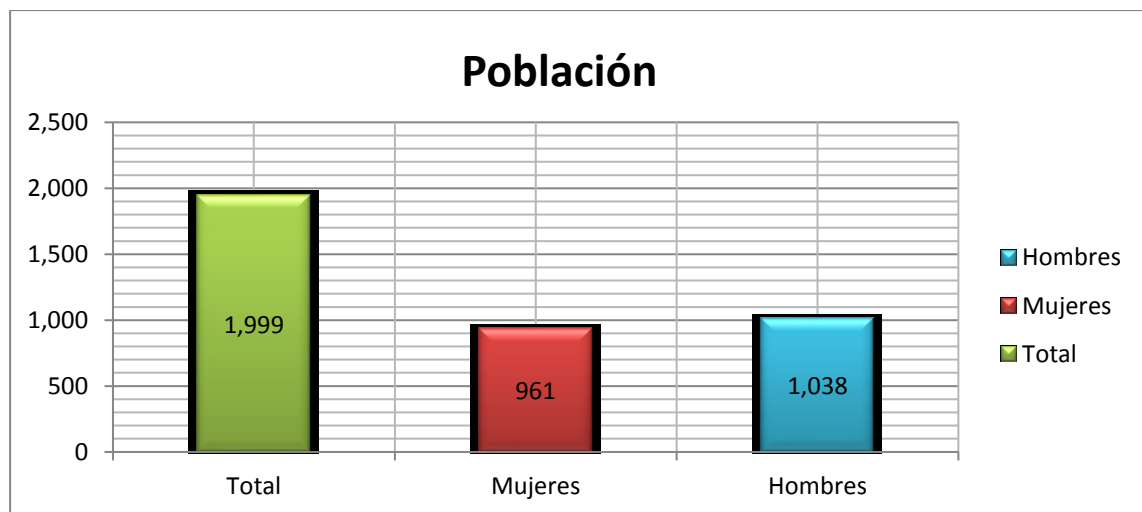
La población actual de San Francisco, es de 1999 personas, que habitan en 425 viviendas, distribuidas en una extensión de 8.50 km<sup>2</sup> aproximadamente, con una densidad de 235 hab/km<sup>2</sup>, de tal manera que se le puede considerar como una comunidad rural concentrada.

Dicha comunidad está dividida en dos sectores, el más elevado (sector N° 2) cuenta con una población de 940 personas distribuidas en viviendas y el sector N° 1, cuenta con una población de 1,059 personas que habitan en 225 viviendas.

#### **4.2.1.1. Población.**

En la comunidad de San Francisco hay una población de 1999 habitantes de los cuales 961 son mujeres (48.07%) y 1038 son varones equivalentes al (51.93%). (Gráfico.4.1 y tabla 4.1)

**Gráfico N° 4.1. Población.**



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 4.4. Población<sup>8</sup>.**

Población		
Hombres	1,038	51.93%
Mujeres	961	48.07%
Total	1,999	100%

Fuente: Elaboración propia

#### **4.2.1.2. Vivienda.**

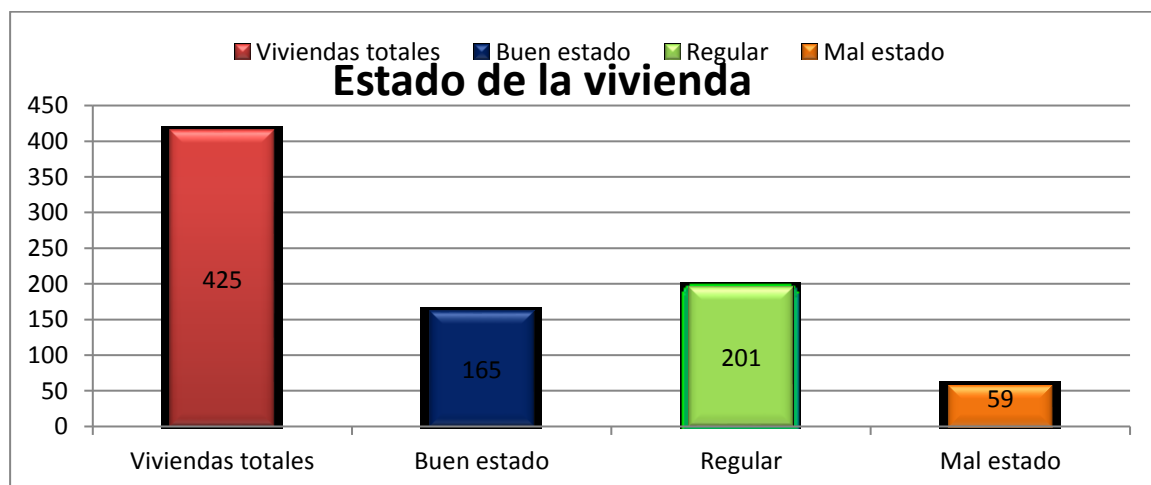
Las viviendas demandantes del proyecto de agua son un total de 425, que albergan a igual número de familias, de las cuales el 100% pertenecen a la comunidad de San Francisco. (Tabla N° 4.2 y N° gráfico 4.2).

**Tabla N° 4.5. Estado de la vivienda.**

Estado de la vivienda		
Viviendas totales	425	100.00%
Buen estado	165	38.82%
Regular	201	47.30%
Mal estado	59	13.88%

Fuente: Elaboración propia.

**Gráfico N° 4.2. Estado de la vivienda.**



Fuente: Elaboración propia.

<sup>8</sup> Encuesta socioeconómica realizada en la comunidad de San Francisco

#### 4.3. Fuentes de abastecimiento y obras de captación para sistema a construir.

El proyecto de agua potable está compuesto por dos fuentes de agua, un manantial y un pozo perforado, dado a que es una zona crítica con pocas fuentes de agua.

##### 4.3.1. Fuentes de abastecimiento.

Las dos fuentes de agua son suficiente para cumplir con la demanda de la población de la comunidad de San Francisco, ya que el manantial nos produce un caudal de 0.82 l/s y el pozo perforado 0.55 l/s, para una suma de 1.37 l/s, y la demanda actual es de 0.69 l/s (correspondiente al Consumo Promedio Diario) y para el año de diseño del proyecto año 20 (2038), la demanda será de 1.14 l/s, es decir que es viable diseñar un sistema por medio de puestos públicos. (Ver tabla 4.7).

El manantial está ubicado en la comunidad de Potreros de Oyanka, propiedad de Natividad Gonzales Obregón, en las siguientes coordenadas UTM: 581082.46; 1428467.95 a una elevación de 975.927 msnm y el pozo perforado está ubicado en la comunidad de San Francisco, en las coordenadas UTM: 584294.22; 1429543.75, a una elevación de 577.136.

**Tabla N° 4.6. Fuentes de abastecimiento.**

Manantial Potreros de Oyanka				
Ubicación	Coordenadas UTM		Elevación (msnm)	Caudal (l/s)
Potreros de Oyanka	581082.46	1428467.95	975.927	0.82
Pozo perforado comunidad de San Francisco				
San Francisco	584294.22	1429543.75	595.424	0.55

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Proyección de población y consumo.

Por medio del método de progresión geométrica ( $P_n = P_o (1+r)^n$ ) se estimó que dentro de 20 años existirán un total de 3276 habitantes en condiciones normales de crecimiento. Se estableció una tasa de crecimiento poblacional anual del 2.5% de acuerdo al crecimiento poblacional en el municipio de La Trinidad que es de 0.6 % según el INIDE<sup>18</sup>, y según Normas del INAA la tasa de crecimiento mínima debe ser de 2.5%.

**Tabla N° 4.7. Datos para la proyección de la población y consumo.**

Datos para la proyección de la población y consumo	
1.-	Tasa de crecimiento geométrico = 2.5 % (r)
2.-	Dotación = 30 lppd
3.-	Población de San Francisco = 1999 habitantes. (Po)

Fuente: Elaboración propia

##### 4.4.1. Proyección de la población.

Se calcula la población a servir durante la vida útil del proyecto en este caso 20 años, mediante el método geométrico.

$$P_n = P_o * (1 + r)^n$$

Dónde:

$P_n$  = Población proyectada en el año n (habitantes)

$P_o$  = Población inicial (habitantes)

r = Tasa de crecimiento calculada (2.5%)

n= Años de diseño

$$P_n = 1999 * (1 + 0.025)^{20}$$

---

<sup>18</sup> Estimaciones y Proyecciones de población Nacional departamental y municipal INIDE 2007. Página 69.

$$P_n = 3276 \text{ habitantes}$$

#### **4.4.2. Consumo de agua.**

##### **4.4.2.1. Dotación.**

Para Sistemas de abastecimiento de agua potable, por medio de puestos públicos, se asignó un caudal de 30 lppd.

$$Df = \text{Dotación} = 30 \text{ lppd}$$

##### **4.4.2.2. Consumo promedio diario.**

El consumo promedio diario se calcula multiplicando la población en el año de estudio y la dotación promedio diario, en este caso tendremos lo siguiente:

$$\text{CPD} = \text{Población} * Df$$

$$\text{CPD} = 3276 \text{ hab} * 30 \text{ lppd}$$

$$\text{CPD} = 98,280 \text{ l/día} \approx 25965.654 \text{ Gal/día}$$

Pérdidas por fuga = 20 % del consumo Promedio Diario

$$\text{Pérdidas} = \text{CPD} * 20\%$$

$$\text{Pérdidas} = 98,280 \text{ L} * 20\% = 19656 \text{ L}$$

$$\text{CPD} + hf = 98280 \text{ l/día} + 19656 \text{ l/día} = 117936 \text{ l/día}$$

$$\text{CPD} = 98280 \text{ l/día} = 25965.654 \text{ Gal/día} = 1.14 \text{ l}$$

**Tabla N° 4.8. Consumo promedio diario.**

n	AÑO	Proyección de Población	CONSUMO PROMEDIO DIARIO (CPD)			
			CPD Dot*Hab (l/día)	20% x CPD Pérdidas por Fugas (l/día)	CPD Consumo Promedio Diario Total (l/día)	CPD (LPS)
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>1999</b>	<b>59,970.00</b>	<b>11,994.00</b>	<b>71,964.00</b>	<b>0.69</b>
1	2019	2,049	61,470.00	12,294.00	73,764.00	0.71
2	2020	2,100	63,000.00	12,600.00	75,600.00	0.73
3	2021	2,153	64,590.00	12,918.00	77,508.00	0.75
4	2022	2,207	66,210.00	13,242.00	79,452.00	0.77
<b>5</b>	<b>2023</b>	<b>2,262</b>	<b>67,860.00</b>	<b>13,572.00</b>	<b>81,432.00</b>	<b>0.79</b>
6	2024	2,319	69,570.00	13,914.00	83,484.00	0.81
7	2025	2,377	71,310.00	14,262.00	85,572.00	0.83
8	2026	2,436	73,080.00	14,616.00	87,696.00	0.85
9	2027	2,497	74,910.00	14,982.00	89,892.00	0.87
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>2,559</b>	<b>76,770.00</b>	<b>15,354.00</b>	<b>92,124.00</b>	<b>0.89</b>
11	2029	2,623	78,690.00	15,738.00	94,428.00	0.91
12	2030	2,689	80,670.00	16,134.00	96,804.00	0.93
13	2031	2,756	82,680.00	16,536.00	99,216.00	0.96
14	2032	2,825	84,750.00	16,950.00	101,700.00	0.98
<b>15</b>	<b>2033</b>	<b>2,896</b>	<b>86,880.00</b>	<b>17,376.00</b>	<b>104,256.00</b>	<b>1.01</b>
16	2034	2,968	89,040.00	17,808.00	106,848.00	1.03
17	2035	3,042	91,260.00	18,252.00	109,512.00	1.06
18	2036	3,118	93,540.00	18,708.00	112,248.00	1.08
19	2037	3,196	95,880.00	19,176.00	115,056.00	1.11
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>3,276</b>	<b>98,280.00</b>	<b>19,656.00</b>	<b>117,936.00</b>	<b>1.14</b>

Fuente: Elaboración propia

#### **4.4.2.3. Variaciones de consumo.**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores del consumo promedio diario. (Ver tabla 4.10).

Consumo máximo día  $CMD = (1.5 * CPD) + Hf$

$CMD = (1.5 * 98280 \text{ l/día}) + 19656 \text{ l/día} = 147420 \text{ l/día} + 19656 \text{ l/día} =$

$167076 \text{ l/día} = 44,141.61 \text{ Gal/día} = 167.08 \text{ m}^3/\text{día} = 30.65 \text{ Gal/min} = 1.93 \text{ l/s}$

Consumo máxima hora  $CMH = (2.5 * CPD) + hf$

$$CMD = (2.5 * 98280 \text{ l/día}) + 19656 \text{ l/día} = (245700 \text{ l/día}) + 19656 \text{ l/día} = 265356 \text{ l/día} = 70,107.27 \text{ Gal/día} = 265.36 \text{ m}^3/\text{día} = 48.69 \text{ Gal/min} = 3.07 \text{ l/s}$$

**Tabla N° 4.9. Variaciones de Consumo.**

n	AÑO	Consumo Máximo Día (CMD)			Consumo Máxima Hora (CMH)		
		l/día	GPM	LPS	l/día	GPM	LPS
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>101,949.00</b>	<b>18.70</b>	<b>1.18</b>	<b>161919.00</b>	<b>29.71</b>	<b>1.87</b>
1	2019	104,499.00	19.17	1.21	165969.00	30.45	1.92
2	2020	107,100.00	19.65	1.24	170100.00	31.21	1.97
3	2021	109,803.00	20.15	1.27	174393.00	32.00	2.02
4	2022	112,557.00	20.65	1.30	178767.00	32.80	2.07
<b>5</b>	<b>2023</b>	<b>115,362.00</b>	<b>21.17</b>	<b>1.34</b>	<b>183222.00</b>	<b>33.62</b>	<b>2.12</b>
6	2024	118,269.00	21.70	1.37	187839.00	34.46	2.17
7	2025	121,227.00	22.24	1.40	192537.00	35.33	2.23
8	2026	124,236.00	22.79	1.44	197316.00	36.20	2.28
9	2027	127,347.00	23.36	1.47	202257.00	37.11	2.34
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>130,509.00</b>	<b>23.94</b>	<b>1.51</b>	<b>207279.00</b>	<b>38.03</b>	<b>2.40</b>
11	2029	133,773.00	24.54	1.55	212463.00	38.98	2.46
12	2030	137,139.00	25.16	1.59	217809.00	39.96	2.52
13	2031	140,556.00	25.79	1.63	223236.00	40.96	2.58
14	2032	144,075.00	26.43	1.67	228825.00	41.98	2.65
<b>15</b>	<b>2033</b>	<b>147,696.00</b>	<b>27.10</b>	<b>1.71</b>	<b>234576.00</b>	<b>43.04</b>	<b>2.72</b>
16	2034	151,368.00	27.77	1.75	240408.00	44.11	2.78
17	2035	155,142.00	28.46	1.80	246402.00	45.21	2.85
18	2036	159,018.00	29.18	1.84	252558.00	46.34	2.92
19	2037	162,996.00	29.91	1.89	258876.00	47.50	3.00
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>167,076.00</b>	<b>30.65</b>	<b>1.93</b>	<b>265356.00</b>	<b>48.69</b>	<b>3.07</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la proyección de consumos mostrada, la demanda de agua de la población futura a 20 años será de 1.14 l/s, caudal que corresponde al Consumo Promedio Diario. Se concluye que las fuentes estudiadas tienen la capacidad para satisfacer la demanda actual y futura de la población de la comunidad de San Francisco, con un servicio por medio de puestos públicos, ya que las dos fuentes suman un caudal de 1.37 l/s que demanda la población al final del período de diseño, debido a la escases de agua en la zona se decide diseñar este sistema con puestos públicos.



#### 4.4.3. Obras de captación.

##### 4.4.3.1. Manantial.

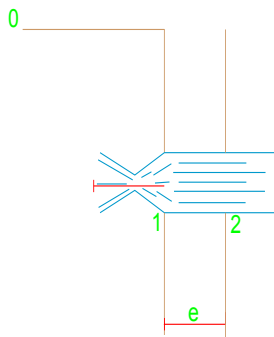
El manantial está ubicado en la comunidad de Potrereros de Oyanka, cuya elevación es de 975.927 msnm, el cual ofrece un caudal de 0.82 l/s y un pozo perforado ubicado en la comunidad de San Francisco a una elevación de 595.424, con una profundidad de 200 pies, caseta de control de bloque de 4 m x 3 m, para un área de 12 m<sup>2</sup>, donde se instalarán los controles eléctricos, una sarta de bombeo de hierro galvanizado de 1.5”.

##### 4.4.3.1.1. Cálculo de Manantial.

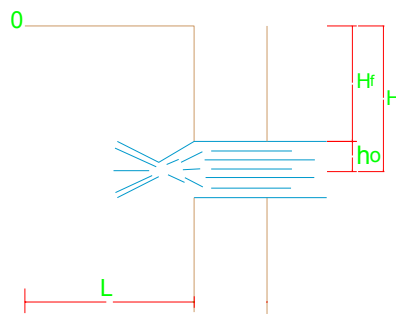
###### Diseño hidráulico y dimensionamiento. " Para la captacion de un manantial de ladera "

Para el dimensionamiento de la captación es necesario conocer el caudal máximo de la fuente, de los orificios de entrada a la cámara húmeda sea suficiente para captar este caudal o gasto. Conocido el gasto se puede diseñar el área de orificio en base a una velocidad de entrada no muy alta y al coeficiente de contracción de los orificios.

###### Calculo de la distancia entre el afloramiento y la camara humeda.



Flujo del agua en un orificio de pared gruesa.



Carga disponible y perdida de carga

$$H = H_f + h_o$$

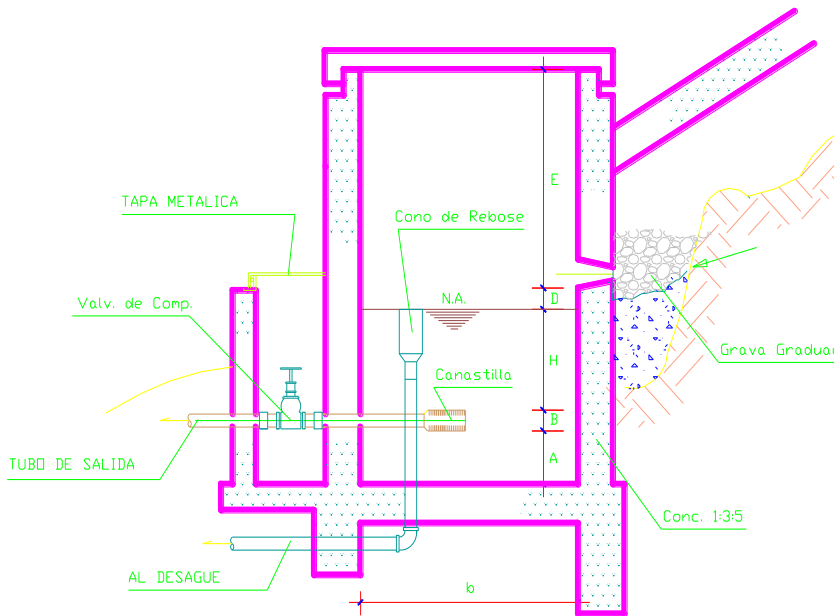
$H_f$  es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (  $L$  ).

$$H_f = H - h_o$$

$$H_f = 0.30 \times L$$

$$L = H_f / 0.3$$

Altura de la camara de humedad.

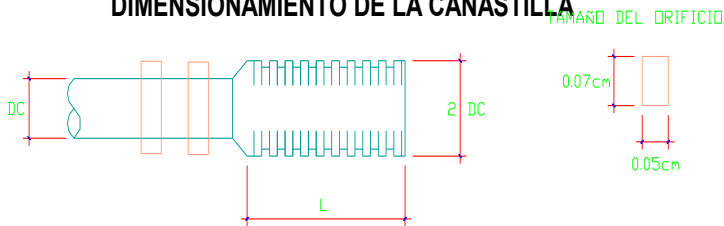


Altura total de la cámara húmeda  
**Ht = A + B + H + D + E**

Donde:

- |   |          |
|---|----------|
| A: Se considera una altura mínima de 10 cm. Que permite la sedimentación de la arena  | 10.00 cm |
| B: Se considera la mitad del diametro de la canastilla de salida.   | D        |
| H: Altura de agua   | ?        |
| D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (minimo 3 cm). | 3.00 cm  |
| E: Borde libre ( de 10 a 30 cms).   | 30.00 cm |

DIMENSIONAMIENTO DE LA CANASTILLA



Canastilla de salida

Nº de ranuras = 
$$\frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

### Memoria de calculo de manantial de ladera.

Datos:

Caudal Máximo	=	0.82 l/s.	<i>Dato obtenido en Maximas Avenidas.</i>
Caudal Minimo	=	0.82 l/s.	<i>Dato obtenido en la fuente</i>
Gasto Máximo Diario	=	0.82 l/s.	<i>Consumo de la población diario.</i>

1.- Cálculo de la distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda ( L ).

Solucion:

$$\begin{aligned} h &= 0.40 \text{ m} \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

$$V = \left[ \frac{2gh}{1.56} \right]^{1/2} = 2.24 \text{ m/s}$$

Velocidad máxima recomendada de	0.60 m/s
Se asume para el diseño una velocidad	0.50 m/s

a).-Determinación de la pérdida de carga en el orificio:

$$h_o = 1.56 \left[ \frac{V_p^2}{2g} \right] = 0.02 \text{ m}$$

b).- Calcular la carga disponible:

$$\begin{aligned} hf &= H - h_o \\ h_o &= 0.02 \text{ m} & hf &= 0.38 \text{ m} \\ H &= 0.40 \text{ m} \end{aligned}$$

c).- Determinar la distancia " L "

$$\begin{aligned} hf &= 0.30 \times L \\ L &= hf / 0.30 & L &= 1.27 \text{ m} \end{aligned}$$

2.- Ancho de la pantalla ( b )

a).- Cálculo del diametro de la tuberia de entrada ( D ).

$A = \frac{Q_{\text{máx}}}{Cd \times V}$	$Q_{MD} =$	Caudal máximo diario	0.82 l/s.
	$Cd =$	Coficiente de descarga	0.80
	$A =$	Area del orificio	?
	$V =$	Velocidad Asumida	0.50 m/s

$$A = 2.05 \text{ l/s.} = 0.00205 \text{ m}^3$$

b).- El diametro del orificio sera definido mediante:

$$\begin{aligned} D &= \left[ \frac{4 \times A}{\pi} \right]^{1/2} = 0.05109 \text{ m} \\ D &= 5.11 \text{ cm} = 2'' \end{aligned}$$

**c).- Cálculo del número de orificios N°**

Como el diámetro calculado de 2" es igual que el diámetro máximo recomendado de 2", en el diseño se asume un diámetro de 1 1/2" que será utilizado para determinar el n° de orificios.

$$D = 2" \quad \left[ \frac{2"}{1 \frac{1}{2}"} \right] \quad n = \left[ \frac{D}{d} \right]$$

$$N = \frac{D^2 (2")}{D^2 (1 \frac{1}{2}')} + 1 = \frac{0.00258064}{0.00145161} + 1 = 1.78$$

$$N = 2.78 \quad \text{Asumiéndose} \quad N^\circ = 3$$

**d).- Cálculo del ancho de la pantalla ( b ). " Caja de captacion"**

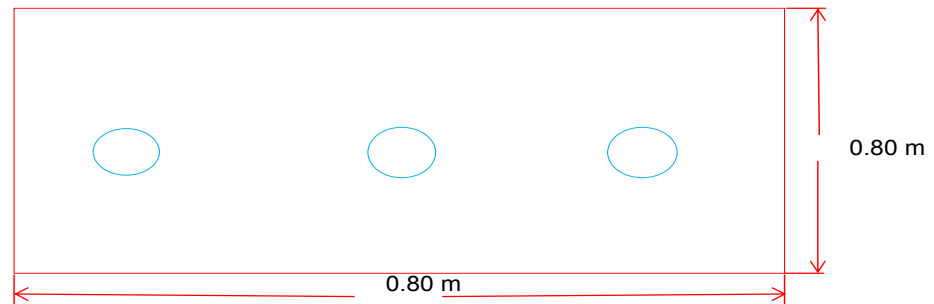
$$b = 2 ( 6*d ) + n * d + ( 3 * d ) * ( n - 1 )$$

$$b = 80.01 \text{ cm} = 0.80 \text{ m}$$

**Datos:**

$$d = 1 \frac{1}{2}" \quad 3 * d = 11.43 \quad 6 * d = 22.86$$

Para el diseño se asume una sección interna de la cámara húmeda de 0.80 m. por 0.80m.



se presenta la distribución final de los orificios en la pantalla.

**3.- Altura de la cámara Humeda ( ht ).**

Determinando la " H " por análisis comparativo de ecuación.

Se utiliza la ecuación.  $H_t = A + B + H + D + E$

Donde:

$$\begin{aligned} A &= 10.00 \text{ cm} \\ B &= 1 \frac{1}{2}" \\ D &= 3.00 \text{ cm} \\ E &= 30.00 \text{ cm} \end{aligned}$$

**a).- El valor de la carga requerida ( H ).**

$$H = 1.56 \left[ \frac{Vp^2}{2g} \right] = 1.56 \left[ \frac{Qmd^2}{2g * A^2} \right]$$

Donde:

$$A = \frac{\pi * Dc^2}{4} = 0.0011401 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} Qmd &= \text{Gasto máximo diario en} & 0.000820 \text{ m}^3/\text{s} \\ A &= \text{Área de la Tubería de salida en} & 0.0011401 \text{ m}^2 \\ g &= \text{Aceleración gravitacional} & 9.81 \text{ m/s}^2 \end{aligned}$$

**Solucion:**

$$H = 1.56 \left[ \frac{Qmd^2}{2g * A^2} \right] = 0.0411 \text{ m} = 4.11 \text{ cm}$$

**Nota:**

Para facilitar el paso del agua se asume una altura mínima de

Aplicando Formula:

$$\begin{aligned} H &= 30.00 \text{ cm} \\ Ht &= A + B + H + D + E \\ Ht &= 76.81 \text{ cm} \end{aligned}$$

En el diseño se considera una altura de 0.80 m

#### 4.- Dimensionamiento de la canastilla.

El diámetro de la tubería de salida a la línea de conducción ( Dc ), es de 1 1/2". Para el diseño se estima que el diámetro de la canastilla debe ser 2 veces el Dc.

$$D = Dg \quad 2 * Dc \quad = \quad 3.00$$

Nota:

Se recomienda que la longitud de la canastilla ( L ) se mayor a : 3.00 Dc  
 Se recomienda que la longitud de la canastilla ( L ) se menor a : 6.00 Dc  
 Diametro de la tuberia de ingreso de la camara es : 1 1/2"  
 Longitud asumida 20.00 cm  
 Solo para determinar el area de ranuras:  
 Ancho de ranura 5 mm  
 Largo de ranura 7 mm

				<b>Redondeo</b>
L =	3 * 1 1/2"	=	11.43	12.00 cm
L =	6 * 1 1/2"	=	22.86	23.00 cm

a).- Determinando el área de la ranura. ( Ar )

$$Ar = 35 \text{ mm}^2$$

b).- Área total de ranuras ( At ).

$$At = 2 * Ac$$

Nota:

Ac = Es el area transversal de la tuberia de la linea de conducción.  
 Dc= 1 1/2"

$$Ac = \left[ \frac{\pi * Dc^2}{4} \right] = 0.0011401 \text{ m}^2$$

$$At = 0.0022802 \text{ m}^2$$

c).- El numero de ranuras resulta:

$$N^{\circ} = \frac{\text{Área total de ranura}}{\text{Área de ranura}} = 65.15$$

## 5.- Rebose y limpieza.

### Nota:

El rebose se instala directamente a la tubería de limpia para evacuar el agua de la cámara húmeda, se levanta la tubería de rebose.  
La tubería de rebose y limpieza tienen el mismo diámetro y se calculan mediante la ecuación.

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

### Donde:

D =	Diámetro en pulg.	
Q =	Gasto máximo de la fuente	0.82 l/s.
hf =	Pérdida de carga unitaria	0.015 m/m

### Aplicacion:

$$D = 1.590 \text{ Pulg.} = 2 \text{ Pulg.}$$

### Solucion:

El cono de rebose sera de : 2 x 4 Pulg.

### 4.4.3.2. Pozo perforado y estación de bombeo.

El pozo deberá equiparse con una bomba sumergible con una potencia de 1.5 HP, que conducirá el agua hasta el tanque de almacenamiento de 10906 galones a una distancia de 498.72 m y vencer una carga total dinámica de 424.99 pies (C.T.D).

El caudal que se bombeará será de 0.55 l/s este caudal es el que se utiliza para diseñar la línea de impulsión y el cálculo de la bomba, ya que es el caudal con el que se puede explotar el pozo.

### 4.4.4. Filtro lento.

Se construirá un filtro lento en la estación 0 + 120 con un área de 20 m<sup>2</sup>, con las siguientes dimensiones, 5.54 m de largo y 3.70 m de ancho. (Ver anexo 12 Planos).

#### 4.4.4.1. Cálculo de filtro Lento.

##### Caudal del manantial

$$Q_M = 70.86 \text{ M}^3/\text{DIA}$$

$$Q_m = 2.95 \text{ M}^3/\text{H}$$

$$Q_d = 0.82 \text{ lps}$$

##### Dimensionamiento de cámara de filtración.

##### Caudal de Diseño:

El caudal de diseño corresponde al caudal del manantial igual a 5.14 L/s Velocidad de Filtración

##### velocidad de filtración

Debe de estar entre 0.15 – 0.3 m/h.

$$\text{Se tomo } V_f = 0.15 \text{ m/h}$$

$$V_f = 0.00 \text{ cm/s}$$

##### Área de Filtración

$$A_f = Q/(V_f) = 19.68 \text{ M}^2$$

$$\text{Numero} = 0.044 \times \sqrt{Q} = 0.37$$

$$\text{Numero de Unidades} = 2$$

$$Q_d/2 = 0.41 \text{ lps}$$

$$Q_d/2 = 1.48 \text{ M}^3/\text{H}$$

$$A_f = Q/(nV_f) = 9.84 \text{ M}^2$$

La norma nos recomienda usar 2 unidades

Como el lugar es inhospito utilizare uno repartido en dos secciones

Coefficiente minimo de costo

$$K = (2 \cdot N)/(N+1) = 1.33$$

Longitud de unidad:

$$L = (A_s \cdot K)^{1/2} = 3.62 \text{ m}$$

Ancho de unidad:

$$b = (A_s/K)^{1/2} = 2.72 \text{ m}$$

Dimensiones finales

$$L = 4$$

$$B = 3$$

Velocidad de filtración real (VR):

$$VR = Q_d/(2 \cdot A \cdot B) = 0.12 \text{ m/h}$$

### Canal de distribución.

El canal de distribución se calcula para que se presente flujo subcrítico

$$Y_c = (Q \times B^2 / 2g)^{1/3}$$

Q=	0.82	lps
g =	9.81	m/s <sup>2</sup>
B=	0.5	m
yc =	0.02	m
Tomo un tirante de	0.1	m

### Vertedero triangular.

#### VERTEDEROS DE MEDICIÓN DE FLUJO

$Q = 1.417 H^{5/2}$	Triangulares
$H = (Q/1.417)^{2/5}$	0.04 m
$Q = 1.417 H^{5/2}$	0.82 lps

### Lecho filtrante y de soporte.

Se adopta una Profundidad de lecho filtrante de 1.10 m,  
distribuido en 3 capas de grava con las especificaciones indicadas en la Tabla

ESPECIFICACIONES DEL FILTRO LENTO DE ARENA			
Capas	L,(cm)	Tamaño (mm)	Tamaño minimo cm
1 Arena fina Cu = 2 - 4, D10 0.35 - 0.55mm	80	0.35 a 0.55	0.035
2-Arena gruesa Du = 1- 1.5 mm	10	1 a 1.5	0.01
3- Grava de soporte	20	19 a 25	1.9
Total	110		

### Sistema de distribución, dremaje y camara de lavado.

#### Separación de colectores laterales.

El sistema de distribución estará compuesto por un Múltiple difusor,  
construido en tubería PVC perforada que se ubicará en el fondo del filtro para garantizar  
repartición uniforme del flujo en su interior.

El cálculo del sistema de distribución se hace considerando la condición más desfavorable  
que se presenta cuando los múltiples funcionan como recolectores de aguas de lavado del filtro.  
Para el cálculo del sistema de distribución se adopta una tasa de lavado de 0.3m/h,  
para esta condición el caudal producido durante el lavado será:

Vla =	0.3 m/h
A =	12 m <sup>2</sup>
Qla = Vla x A	0.0010 m <sup>3</sup> /s



### Diámetro y número de orificios.

Para la recolección de agua de lavado se instalará un sistema de tuberías (5 unidades) perforadas. Con orificios de 5/8".

Separación de laterales 0.7667 m

### Caudal de lavado por lateral

$q_{Lat} = QI/7$  0.0001 m<sup>3</sup>/s

Asumiendo una relación  $R0 = 0.0015$

$R0 = n \times A_o$  0.0015

$A =$  12 m<sup>2</sup>

$A_o =$  0.0001979 m<sup>2</sup>

### El número de orificios para el lecho es:

$n = 0.0015 \times A/A_o$  90.94004 0.00313

Usare 168

Se proyectan 24 orificios por lateral, ubicados en dos hileras de 12 orificios. cada una formando un ángulo de 45° con la horizontal.

La separación entre los orificios será de 0.17m entre ejes de orificios.

### Área y diámetro del colector lateral.

Para establecer el diámetro de cada colector se utilizara las ecuaciones sugeridas por el CINARA, velocidad máxima del colector sea igual

$V_r = 0.5$  m/s 0.5 m/s

Tomando un diametro de 0.127 m

$A_l = \pi d^2/4$  0.013 m<sup>2</sup>

$V_c =$  0.079 m/seg ok

Se chequea R1

dicho valor R garantiza una diferencia de recolección del 25% entre el recolector más alejado y el más cercano al punto de descarga; de acuerdo a las ecuaciones de diseño de múltiples colectores en sistemas de filtración rápida

$R1 = 0.3 \leq n F^2/d^2 \leq 0.5$

$n F^2/d^2$  0.375

**$R1 = 0.3 \leq 0.375 \leq 0.5$  ok**

### Diámetro colector principal.

Flujo del lateral  $Q_l = V_l \times A_l$  0.001 m<sup>3</sup>/seg

N de laterales 7

**Flujo del Colector  $Q_c = n_l \times Q_l$**

$Q_c =$  0.001 m<sup>3</sup>/seg

**$A_c = q_c / v_c$**  0.002 m<sup>2</sup>

$F = (A_c \times 4/\pi)^{0.5}$  0.050 m

Usar 6" F 6 pulgadas 0.05482015

**Revision de velocidades.**

**$A_c = q_c / v_c$**  0.018 m<sup>2</sup>

$F = (A_c \times 4/\pi)^{0.5}$  0.152 m

**$V_c = Q_c / A_c$**  ok 0.055 m/s

**Pérdidas en el lecho filtrante sucio.**

$$h_{mf} = 0.0608 \times v_o \times L_o / (100 \times d_o^2)$$

En el cuadro siguiente se muestran los cálculos realizados para determinar

la pérdida de carga por el lecho filtrante con una velocidad durante el lavado de  $V_l = 0.3$  m/hora o  $0.008333$  cm/s

$v_l = 0.3$  m/s                       $0.0083$  cm/s

ESPECIFICACIONES DEL FILTRO LENTO DE ARENA				
Capas	$L_i$ (cm)	Tamaño (mm)	Tamaño mínimo cm	$H_f$ m
1 Arena fina $C_u = 2 - 4$ , $D_{10}$ 0.35 - 0.55mm	80	0.35 a 0.55	0.035	0.33088
2-Arena gruesa $D_u = 1 - 1.5$ mm	10	1 a 1.5	0.1	0.00507
3- Grava de soporte	20	19 a 25	1.9	0.00003
<b>L suma Total m</b>	<b>110</b>	<b>m</b>	<b>hfm total m</b>	<b>0.336</b>

Se considera una pérdida total de  $0.336$  r  $0.33597909$

**Pérdidas por descarga de los orificios en el lateral.**

$$h_o = 1.5 \times V^2 / 2g \quad 2.49208E-14 \text{ m}$$

$$V_o = 0.847 Q_o / A_o \quad 5.04E-07 \text{ m/s}$$

$$Q_{lo} = Q_l / n_o \times n_l \quad 7.14E-06 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_o = 12 \text{ m}^2$$

$$n_o = 120$$

**Pérdida en el lateral.**

$$h_l = 1/3 \times 0.0175 \times L / d \quad 2.94387E-06 \text{ m}$$

$$L_{lat} = 3.2400 \text{ m}$$

$$D = 4 \quad 0.1016$$

$$V_L = Q_L / (N_o \times A_L) \quad 0.0176 \text{ m/s}$$

$$Q_l = 0.0001 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_{la} = 0.0081 \text{ m}^2$$

$$A_{lla} = 1.0660 \text{ m}^2$$

$$N_l = 6$$

**Pérdidas por descarga de los laterales en el principal:**

$$h_{le} = 1.5 \times V^2 / 2g \quad 2.01E-05 \text{ m}$$

$$V_o = 0.909 V_l \quad 1.62E-02 \text{ m/s}$$

$$V_L = \text{Velocidad de lava} \quad 1.76E-02 \text{ m/s}$$

**Pérdida de carga en la tubería principal:**

$$h_p = 1/3 \times 0.0175 \times L / d \quad 2.32602E-05 \text{ m}$$

$$L = 5.400 \text{ m}$$

$$D = 6 \quad 0.152 \text{ m}$$

$$V_p = Q_p / A_p \quad 0.047 \text{ m/s}$$

$$Q_p = 0.001 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A_p = 0.018 \text{ m}^2$$

### Perdidas por accesorios

La configuración del múltiple recolector es en forma de peineta, los terminales se sellarán con adaptadores de limpieza y los acoples de los laterales al tubo principal se realizan a través de Tees de 6"x 4 y tapones de 4

Las pérdidas que generan dichos accesorios se calculan en función de las velocidades en el conducto principal

Las velocidades se determinan a partir de la relación QL/AP y equivalen a

caudal de lavado conducido por cada lateral (0.0013225 m3/seg), los que se van acumulando en la principal

$$h_p = 1/3 \times 0.0175 \times L / d \times V^2/2g$$

$$D6 = 0.1524 \quad D3 = 0.1016$$

Perdidas por accesorios					
Tipo accesorio	cantidad	k m	q m3/s	v m/s	hf accesorio
Tee 6 x 4"	6	3.4	1.43E-04	1.76E-02	1.85E-05
R 6 x 4	6	3	1.43E-04	1.76E-02	1.64E-05
Valvula de 6"	1	51	8.57E-04	4.70E-02	2.20E-04
Codo 90 x6"	2	4.3	8.57E-04	4.70E-02	3.70E-05
Salida	1	5	8.57E-04	4.70E-02	2.15E-05
<b>Perdidas por accesorios</b>					<b>0.00031</b>

#### Resumen de pérdidas en el lavado del filtro

Por medio filtrante	0.335979
Por orificio	0.000000
Por tubería lateral	0.000003
Por tubería lateral	0.000003
Por tubería principal	0.000023
Por accesorios	0.000313
<b>Total</b>	<b>0.336321 m</b>

### Vertedro final.

En la cámara de salida del filtro se construirá un vertedero de control de nivel.

El cálculo de la carga sobre la cresta del vertedero se hace con la ecuación de Francis así:

#### Vertedero rectangular.

$$Q_v = C \times L \times h_v^{(3/2)} \quad 0.00086 \quad m^3/s$$

$$h_v = (Q_v / (C \times L))^{(2/3)} = (q_v / (1.9 \times L))^{(2/3)}$$

$$L = 0.25 \quad M$$

$$C = 1.9$$

$$h_v = 0.015 \quad m$$

Para calcular la altura del nivel de agua en la cámara de salida

de los filtros lentos en arena se aplica la siguiente expresión:

Formula de descarga de orificio

$$Q = C \times A \times (2 \times g \times h)^{0.5}$$

$$D = (Q / (C \times (2gh)^{0.5} \times \pi))^{0.5}$$

$$C = 0.6$$

$$h = 0.025 \quad M$$

$$g = 9.81 \quad m/s^2$$

$$Q = 0.0009 \quad m^3/s$$

$$D = 0.0508 \quad m$$

$$A = 0.0020 \quad m^2$$

$$\text{Altura de cajas de salida } h = 0.040$$

$$m_l = 0.220$$

$$\text{Altura de cajas de salida} = 0.260 \quad M$$

#### **4.4.5. Líneas de conducción.**

##### **4.4.5.1. Cálculo de línea de impulsión.**

Para el análisis de la línea de conducción por bombeo se consideró un período de diseño de 20 años (2018-2038) de acuerdo a las normas de INAA (NTON 09 003-99), con un caudal de 0.55 l/s, un tiempo de bombeo de 16 horas y una longitud de 498.725 m.

El diámetro de la tubería en la línea de impulsión, se calculó por medio del método de Bresse, detallado a continuación<sup>8</sup>.

$$D = K \times (Q)^{0.45}$$

Dónde:

D = Diámetro de tubería de descarga (m).

K = 0.9.

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s).

N = 0.45

$$D = 0.9 \times (0.00055)^{0.45}$$

$$D = 0.031 \text{ m} = 1.22" \approx 1.5"$$

##### **4.4.5.1.1. Diseño de bomba.**

Para el cálculo de las pérdidas en la descarga de la bomba se aplicó la fórmula exponencial de Hazen – Williams, ampliamente utilizada, donde se despeja la gradiente hidráulica. (Tabla N° 4.11).

$$hf = 10.575 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}. \text{ Donde:}$$

hf= Pérdidas por fricción (m)

---

<sup>8</sup> Normas técnicas para diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09 03-99)- INAA. Pag. 31

C= Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s)

**Tabla N° 4.10. Datos para el diseño de bomba y longitudes equivalentes.**

Datos para el diseño de la bomba			
Q=	Caudal de diseño (10 años)	0.00055 m³/s	
C=	Coeficiente de Hazen Williams	PVC = 150; Ho. Go. =100	
D=	Diámetro	0.0381 m	
γ=	Peso específico del agua	9810 N/m³	
ε <sub>B</sub> =	Eficiencia de la bomba	75%	
FM=	Factor de mayoración	1.15	
hp=	Profundidad de ubicación de la bomba en el pozo	56 m	
Z=	Diferencia de nivel entre el tanque y el pozo	66.72 m	
Lr=	Altura de rebose del tanque	2.3 m	
Ld=	Longitud de descarga	554.72 m	
Longitudes equivalentes accesorios			
Vc=	Válvula de compuerta Diam. = 1.5"	Leq=	0.3 m (1)
Vr=	Válvula de retención Diam. = 1.5"	Leq=	4.8 m (1)
Mm=	Medidor maestro Diam. = 1.5"	Leq=	10 m (1)
Cr=	Cruz Diam. = 1.5"	Leq=	7.5 m (1)
C=	Codo de 90 <sup>0</sup> Diam = 1.5"	Leq=	1.1 m (1)
C=	Codo de 45 <sup>0</sup> Diam = 1.5"	Leq=	0.6 m (2)
Ud=	Unión dresser Diam = 1.5"	Leq=	0.5 m (1)
Pe=	Pérdidas por entrada Diam = 1.5"	Leq=	0.5 m
Ps=	Pérdidas por salida Diam = 1.5"	Leq=	1 m

Fuente: Elaboración propia

### **Carga Total Dinámica.**

El cálculo de la carga total dinámica (CTD) se realizó con las pérdidas en la descarga, la diferencia de nivel entre la succión de la bomba y el tanque de almacenamiento.

$$\text{CTD} = Z + h_f + h_r + h_p \rightarrow \text{CTD} = 66.72 + 4.55 + 2.3 + 56 \text{ m} \rightarrow \text{CTD} = 129.57 \text{ m}$$
$$\text{CTD} = 424.99 \text{ pies}$$

### **Potencia.**

La potencia de la bomba se calculó con la ecuación.

$$NB = \frac{\gamma * \text{CTD} * Q}{0.736 * 1000 * \epsilon_B} * FM$$

$$NB = \frac{9810 * 129.57 * 0.00055}{0.736 * 1000 * 0.75} * 1.15$$

$$NB = 1.46 \text{ Hp} \rightarrow NB = 1.5 \text{ Hp}$$

### **Velocidad.**

A continuación, procederemos a calcular la velocidad media del flujo en la tubería, escogiendo para el cálculo diámetros comerciales, se utiliza la ecuación de continuidad.

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

V: Velocidad media del fluido a través de la tubería, en m/s.

D: Diámetro interior comercial de la sección transversal de la tubería, en metros.

Q: Caudal de bombeo igual al de diseño, en l/s.

$$V = \frac{4 * 0.00055 \text{ m}^3/\text{s}}{\pi * (0.04455 \text{ m})^2} =$$

$$V = 0.35 \text{ m/s}$$

#### Costo de la energía eléctrica.

$$C_e = 0.746 * H_p * C\$ 2,12 * \text{tiempo de bombeo}$$

$$C_e = (0.746 * 1.5 * C\$ 3.66 * 16 \text{ h}) * 365 \text{ días}$$

$$C_e = C\$ 23,917.95 \text{ en el año}$$

#### Golpe de ariete.

Considerando un cierre brusco de energía la presión máxima que se da en el punto más bajo de la línea, el que se ubica al nivel de la estación de bombeo, el golpe de ariete (tabla 4.12), se calculó aplicando la fórmula 23 de Allievi:

**Tabla N° 4.11. Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados.**

Datos para el cálculo del golpe de ariete y resultados		
V =	Velocidad m/s	0.35 m/s
Ea =	Módulo de elasticidad del agua	20670 kg/cm <sup>2</sup>
Em =	Módulo de elasticidad de la tubería	19672.59 kg/cm <sup>2</sup>
D =	Diámetro de la tubería	3.81 cm
E =	Espesor de la pared de la tubería	0.24 cm
Resultados		
H =	Sobrepresión de inercia por el golpe de ariete	12.07
Pmax=	Presión máxima	96.65 m

Fuente: Elaboración propia

$$H = \frac{145 \cdot V}{\sqrt{1 + \frac{Ea \cdot D}{Em \cdot e}}} \quad \text{Dónde:} \quad H = \frac{145 \cdot 0.35 \text{ m/s}}{\sqrt{1 + \frac{20670 \text{ kg/cm}^2 \cdot 3.81 \text{ cm}}{19672.59 \text{ kg/cm}^2 \cdot 0.24 \text{ cm}}}}$$

$$H = 12.07 \text{ m}$$

#### Presión máxima de trabajo de la tubería.

$P_{\text{max}} = \text{Presión residual mínima} + \text{sobrepresión. } P_{\text{max}} < P_{\text{tubería}}$

$$1 \text{ lb/plg}^2 = 2.307^{19} \text{ pies}$$

El tubo SDR<sup>20-</sup> 26 soporta 160 lbs/plg<sup>2</sup>

$$P_{\text{tubería}} = (160 \text{ lbs/plg}^2 \cdot 2.307 \text{ pies/lbs/plg}^2 \cdot 0.3048 \text{ m/pies}) = 112.5 \text{ m}$$

$$P_{\text{max}} = (662.136 \text{ m} - 577.561 \text{ m}) + 12.07 \text{ m} = \mathbf{96.65 \text{ m} < 12.5 \text{ m OK}}$$

**Tabla N° 4.12. Tubería de línea de impulsión.**

Tubo PVC SDR-26	Longitud. (m)	Número de tubos
1.5"	498.72	84

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.5.2. Línea de conducción por gravedad.

Para el análisis de la línea de conducción por gravedad desde la fuente al tanque se diseñó con un caudal de 0.82 l/s, de acuerdo al caudal que proporciona el manantial.

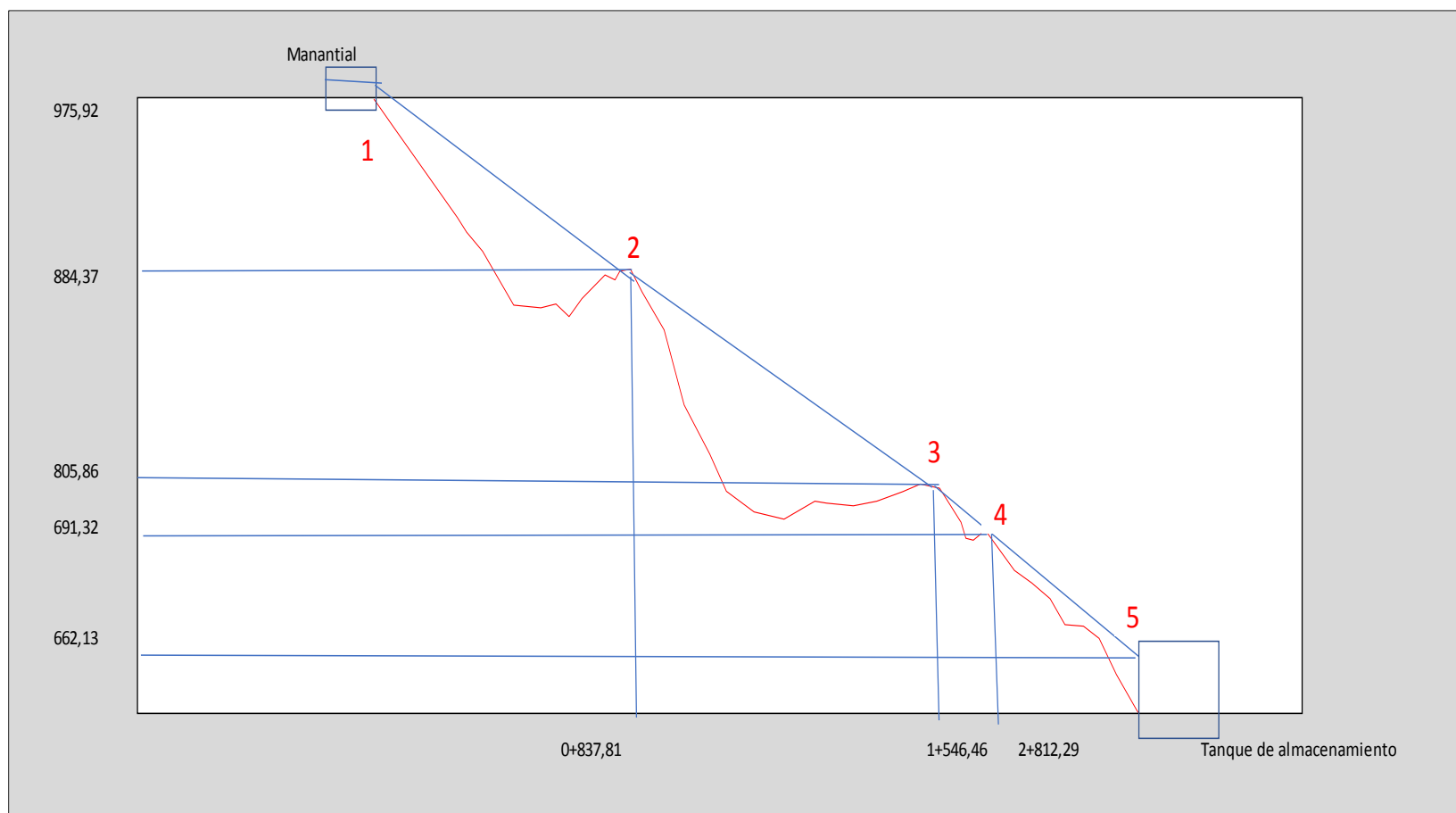
El levantamiento topográfico determinó que la longitud de la línea de conducción desde la fuente al tanque de almacenamiento propuesto es de 3526.98 m, además la fuente está ubicada a una altura de 975.927 msnm y el tanque de almacenamiento estará a una altura de 662.136 msnm, dejando una diferencia de altura entre fuente y tanque de 313.791 m (ver gráfico N° 4.4).

<sup>19</sup> Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales tomo 1 Fair Geyer Okun pag 517

<sup>20</sup> Manual técnico para tuberías plásticas AMANCO pag 73



**Gráfico N°. 4.4. Línea de Conducción por gravedad.**



Fuente: Elaboración propia

Dado a la diferencia de elevación entre la captación y el tanque de almacenamiento se ubicarán cuatro pilas rompe presión, estas se ubicarán en las siguientes estaciones:

Pila Rompe Presión 1: Estación 0 + 400

Pila Rompe Presión 2: Estación 0 + 940

Pila Rompe Presión 3: Estación 1 + 720

Pila Rompe Presión 3: Estación 2 + 120

Por lo tanto, se hace necesario calcular las pérdidas por fricción de la tubería y así seleccionar la más adecuada para este proyecto, para realizar este cálculo se utiliza la fórmula de Hazen – William, mostrada a continuación.

Para la obtención del diámetro en cm se utiliza la fórmula de Manning.

$$D = (691,000 \times Q \times (n / S^{1/2}))^{3/8}$$

Dónde:

D: Diámetro interior del tubo, en cm.

Q: Gasto requerido en m<sup>3</sup>/s = 0.00082 m<sup>3</sup>/s.

N: Coeficiente de rugosidad (0.009 para PVC).

S: Pérdida de energía por metro h/L.

$$h/L = (13.44 \text{ m}) / (120 \text{ m}) = 0.11$$

$$h/L = (54.789 \text{ m}) / (280 \text{ m}) = 0.19$$

$$h/L = (53.455 \text{ m}) / (540 \text{ m}) = 0.10$$

$$h/L = (68.735 \text{ m}) / (780 \text{ m}) = 0.09$$

$$h/L = (74.55 \text{ m}) / (400 \text{ m}) = 0.19$$

$$h/L = (48.824 \text{ m}) / (1406.98 \text{ m}) = 0.04$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción de la captación al filtro lento.

$$D_1 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.11^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 2.79 \text{ cm} = 1.10''$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción del filtro lento a la pila rompe presión 1.

$$D_2 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.19^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 2.51 \text{ cm} = 1.004''$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción de la pila rompe presión 1 a la pila rompe presión 2.

$$D_2 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.10^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 2.84 \text{ cm} = 1.12''$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción de la pila rompe presión 2 a la pila rompe presión 3.

$$D_2 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.09^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 2.89 \text{ cm} = 1.16''$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción de la pila rompe presión 3 a la pila rompe presión 4.

$$D_2 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.19^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 2.51 \text{ cm} = 1.004''$$

Cálculo del diámetro de la tubería en línea de conducción de la pila rompe presión 4 al tanque de almacenamiento.

$$D_2 = (691,000 \times 0.00082 \text{ m}^3/\text{s} \times (0.009 / 0.04^{1/2}))^{3/8}$$

$$D = 3.37 \text{ cm} = 1.35''$$

En resumen, para la línea de conducción se utilizará una tubería con diámetro de 1 ½"

A continuación, calculamos las pérdidas en la tubería y para realizar este cálculo utilizaremos la fórmula de Hazen – William.

$$hf = 10.548 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} * L * D^{-4.87}$$

hf= Pérdida de carga en metros

C= Coeficiente según material de tubería a utilizar (adimensional)

L= Longitud de la tubería (m)

D= Diámetro de tubería a utilizar (m)

Q= Caudal (m<sup>3</sup>/s).

$$hf_1 = 10.548 * \left(\frac{0.00082 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.852} * 120 \text{ m} * 0.0381 \text{ m}^{-4.87}$$

$$Hf_1 = 1.85 \text{ m}$$

$$hf_2 = 10.548 * \left(\frac{0.00082 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.852} * 280 \text{ m} * 0.0381 \text{ m}^{-4.87}$$

$$Hf_2 = 4.32 \text{ m}$$

$$hf_2 = 10.548 * \left(\frac{0.00082 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.852} * 540 \text{ m} * 0.0381 \text{ m}^{-4.87}$$

$$Hf_2 = 8.33 \text{ m}$$

$$hf_2 = 10.548 * \left(\frac{0.00082 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.852} * 780 \text{ m} * 0.0381 \text{ m}^{-4.87}$$

$$Hf_2 = 12.03 \text{ m}$$

$$hf_2 = 10.548 * \left(\frac{0.00082 \text{ m}^3/\text{s}}{150}\right)^{1.852} * 420 \text{ m} * 0.0381 \text{ m}^{-4.87}$$

$$Hf_2 = 6.48 \text{ m}$$

$$hf_2 = 10.548 * \left( \frac{0.00082 \frac{m^3}{s}}{150} \right)^{1.852} * 1386.98 m * 0.0381 m^{-4.87}$$

$$Hf_2 = 21.40 m$$

A continuación, se procede calcular la velocidad, para esto utilizaremos la fórmula de Hazen – Williams.

$$V = 0.355 * C * D^{0.63} * J^{0.54}$$

Dónde S será igual a:

$$S = 19.643 * Q^{1.852} * C^{-1.852} * D^{-4.87}$$

$$S_{1.5"} = 19.643 * (0.00082 m^3/s)^{1.852} * 150^{-1.852} * (0.0381 m)^{-4.87}$$

$$S_{1.5"} = 0.03$$

Una vez definido “S” se procede a calcular la velocidad con la fórmula anteriormente descrita.

$$V = 0.355 * 150 * (0.0381 m)^{0.63} * (0.03)^{0.54}$$

$$V = 1.02 m/s$$

En los planos de las líneas de conducción se muestra el diseño hidráulico de la línea de conducción del MAG propuesto el cual se realizó bajo la condición de caudal proporcionado por la fuente.

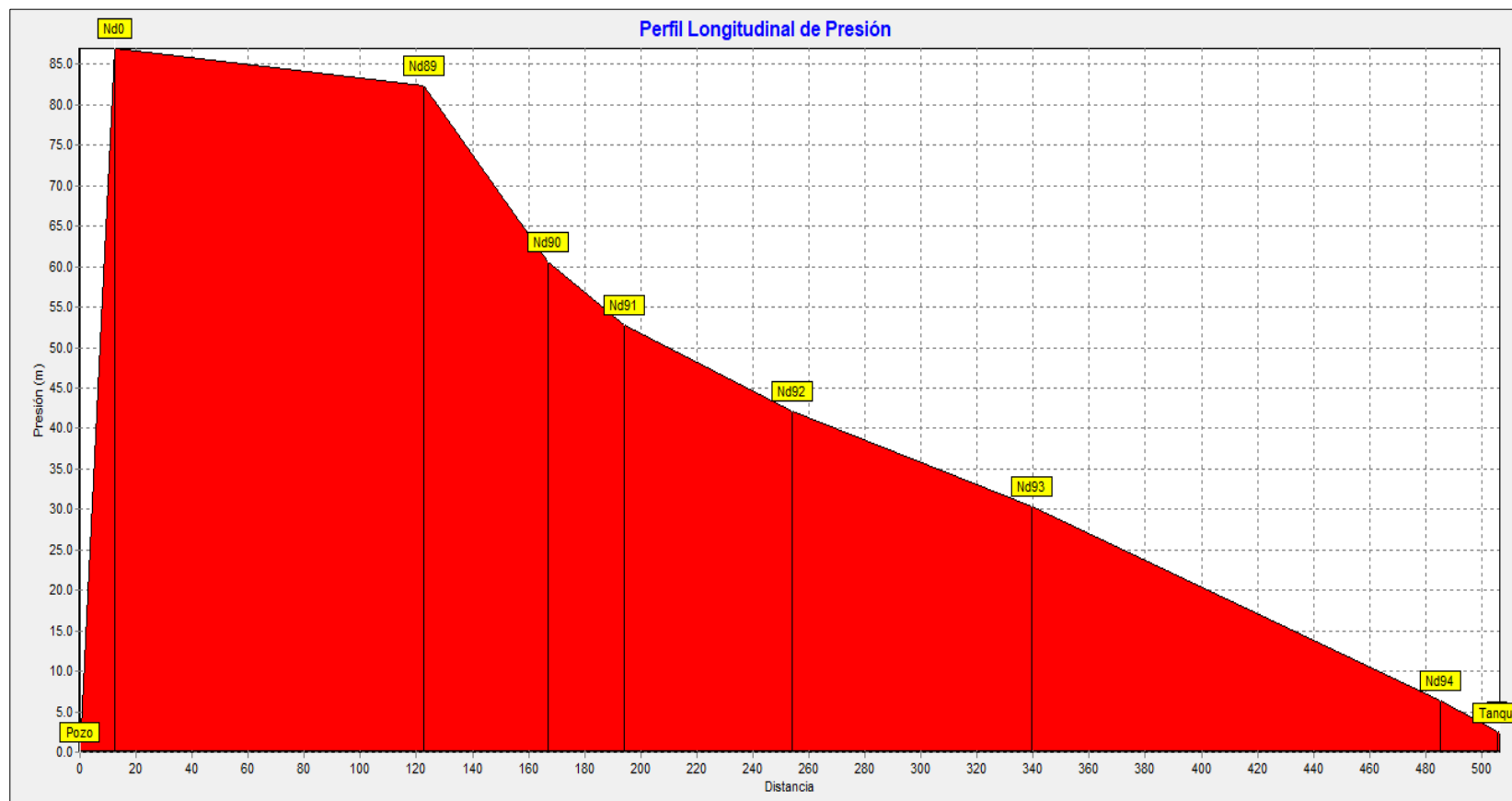
**Tabla N° 4.13. Tubería de línea de conducción.**

Tubo PVC SDR-26	Longitud. (m)	Número de tubos
1 1/2"	3526.98	588

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.6. Presiones en la línea de Impulsión.

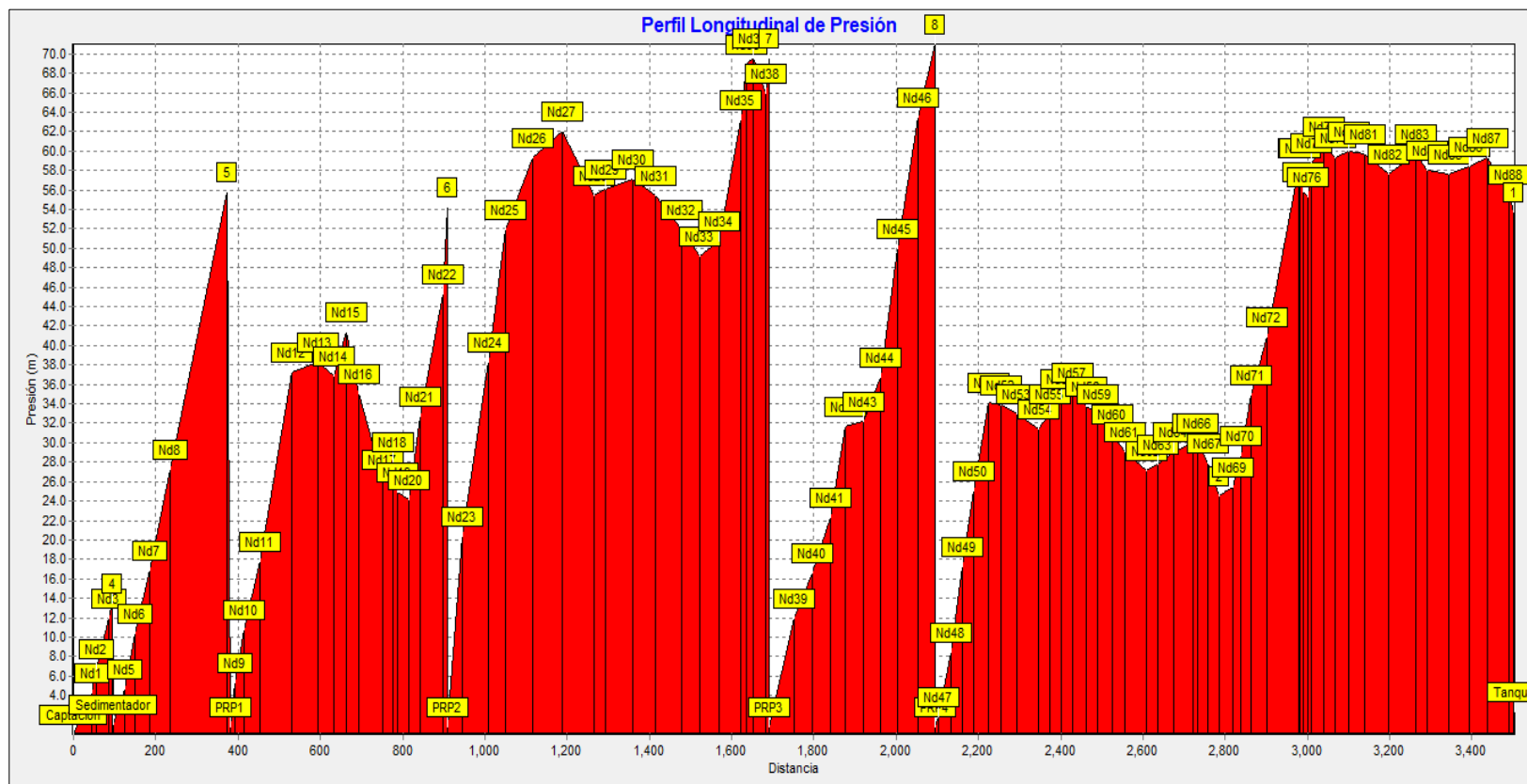
Gráfico N° 4.5. Presión en la línea de Impulsión.



Fuente: Análisis EPANET

#### 4.4.7. Presiones en la línea de conducción.

Gráfico N° 4.6. Presión en la línea de conducción.



Fuente: Análisis EPANET

#### 4.5. Tanque de almacenamiento.

A partir de los perfiles altimétricos se seleccionó un sitio adecuado geológica y topográficamente, para garantizar que el sistema cubra con el servicio a toda la comunidad. El sitio donde se construirá el tanque presenta buenas condiciones de drenaje.

En base a los índices de consumo, las dimensiones internas del tanque de almacenamiento se han calculado de acuerdo al 35% del CPDT con una capacidad de 41.28 m<sup>3</sup> equivalente a 10906 galones (ver tabla N° 4.13).

**Tabla N° 4.14. Almacenamiento.**

N	AÑO	Almacenamiento	
		Galones	M <sup>3</sup>
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>6,655</b>	<b>25.19</b>
1	2019	6,821	25.82
2	2020	6,991	26.46
3	2021	7,167	27.13
4	2022	7,347	27.81
<b>5</b>	<b>2023</b>	<b>7,530</b>	<b>28.50</b>
6	2024	7,720	29.22
7	2025	7,913	29.95
8	2026	8,109	30.70
9	2027	8,312	31.47
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>8,519</b>	<b>32.25</b>
11	2029	8,732	33.05
12	2030	8,951	33.89
13	2031	9,175	34.73
14	2032	9,404	35.60
<b>15</b>	<b>2033</b>	<b>9,641</b>	<b>36.49</b>
16	2034	9,880	37.40
17	2035	10,127	38.33
18	2036	10,380	39.29
19	2037	10,639	40.27
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>10,906</b>	<b>41.28</b>

Fuente: Elaboración propia



El sitio donde se construirá dicho tanque presenta buenas condiciones de drenaje.

El tanque tendrá las siguientes características:

Tipo de sección:	cuadrado.
Dimensiones internas:	4.5 m de largo x 4.5 m de ancho x 2.04 m de altura.
Tipo de material:	Mampostería concreto ciclópeo.
Altura de rebose:	2.3 m

Para garantizar la buena operación y mantenimiento del tanque se consideraron todas las obras complementarias como: válvulas en las tuberías de entrada y salida, boca de acceso con tapa metálica, peldaños de acceso, respiradero, tubería de rebose y limpieza, cajas de válvula y válvula de flotador.

#### **4.6. Tratamiento químico del agua (desinfección).**

Los exámenes se realizaron en los laboratorios de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El agua analizada del manantial ubicado en la comunidad de Potreros de Oyanka, presenta turbidez según los resultados de la prueba de laboratorio, y para potabilizarla es necesario tratarla a través de un filtro lento.

El día 02 de noviembre del 2015, se realizó el muestreo de agua para el examen de calidad de agua físico, químico, bacteriológico y arsénico. Según referencia de laboratorio. Desde el punto de vista bacteriológico a esta fecha, esta agua es apta para consumo humano, según normas de O.M.S, (Ver anexo 10).

Para potabilizar el agua se requiere de un sistema de desinfección continuo mediante el uso de hipoclorito de sodio, a través de un clorador (CTI – 8), el cual

es de fácil manejo, poco riesgo técnico-económico y de un reducido costo para la operación y el mantenimiento.

El CTI 8 es de bajo costo, de mantenimiento mínimo, y no usa electricidad. El aparato subministra una dosis de cloro constante, lo cual elimina parásitos y bacterias eliminando enfermedades como el cólera y la hepatitis.

Las partes que integran un clorador CTI – 8, por medio de tabletas son las siguientes:

**Tabla N° 4.15. Materiales para fabricar el clorador CTI – 8.**

Articulo	Cantidad
Tee PVC de 4"x 4"	1
Tubo PVC de 4"	21"
Coples PVC de 4"	2
Tapa PVC de 4"	1
Tubo PVC de 3"	17"
Tabla PVC de ¼"	1,3 pie cuadrado
Pegamento PVC	Lata pequeña
Tornillos (para metal) de acero inoxidable, #4 x ½"	11

Fuente: Manual de Operación y Mantenimiento. El Clorador CTI - 8

Para calcular la cantidad necesaria, se utiliza la formula siguiente: con un flujo de 5 galones por minuto, y la demanda de cloro es 1mg/l litro.

A continuación, se presenta la cantidad de tabletas de cloro de 140 gramos a usarse en todo el período de diseño:

**Tabla N° 4.16. Consumo de cloro.**

1 Tableta	140	grs	Igual	140000	mgs
Año	CPDT (Gl/día)	Pastillas por día	Pastillas por semana	Pastillas por mes	Pastillas por año
2018	19011	0.51	3.60	15.42	187.62
2019	19487	0.53	3.69	15.81	192.31
2020	19972	0.54	3.78	16.20	197.10
2021	20476	0.55	3.88	16.61	202.07
2022	20990	0.57	3.97	17.03	207.14
2023	21513	0.58	4.07	17.45	212.30
2024	22055	0.60	4.17	17.89	217.65
2025	22606	0.61	4.28	18.34	223.10
2026	23167	0.63	4.38	18.79	228.64
2027	23748	0.64	4.49	19.26	234.36
2028	24337	0.66	4.61	19.74	240.18
2029	24946	0.67	4.72	20.23	246.19
2030	25574	0.69	4.84	20.74	252.38
2031	26211	0.71	4.96	21.26	258.67
2032	26867	0.73	5.09	21.79	265.15
2033	27542	0.74	5.21	22.34	271.81
2034	28227	0.76	5.34	22.90	278.57
2035	28931	0.78	5.48	23.47	285.51
2036	29654	0.80	5.61	24.05	292.65
2037	30395	0.82	5.75	24.65	299.97
2038	31156	0.84	5.90	25.27	307.48

Fuente: Elaboración propia

**4.7. Red de distribución.**

La Red de Distribución es circuito abierto que funcionará por gravedad y tiene una longitud de 2975.48 metros compuesta por tubería PVC SDR - 26. Para determinar la capacidad hidráulica de la red de distribución bajo la condición de análisis con consumo al final del periodo de diseño, se realizó un preliminar, análisis hidráulico considerando el levantamiento topográfico y la proyección de demandas de consumos.

La red de distribución se analizó con la condición de Consumo de Máxima Hora al año 2038 es de 3.07 l/s el cual se distribuyó en forma lineal en la red de distribución, la presión está entre 5 m y 50 m según el análisis hidráulico realizado en EPANET, las velocidades en la tubería son bastante bajas es por ello que se propone instalar válvulas de limpieza en las partes más bajas de la red de distribución como lo indican las normas rurales de INAA (NTON 09 003-99). También se realizó un análisis de la red de distribución con el Consumo Promedio Diario que es de 1.14 l/s al año 2038 y se distribuyó de forma lineal en toda la red, al igual que la condición de Máxima Hora las presiones se mantienen entre 5 m y 50 m. (Ver anexo N° 7).

**Tabla N° 4.17. Tubería de red de distribución.**

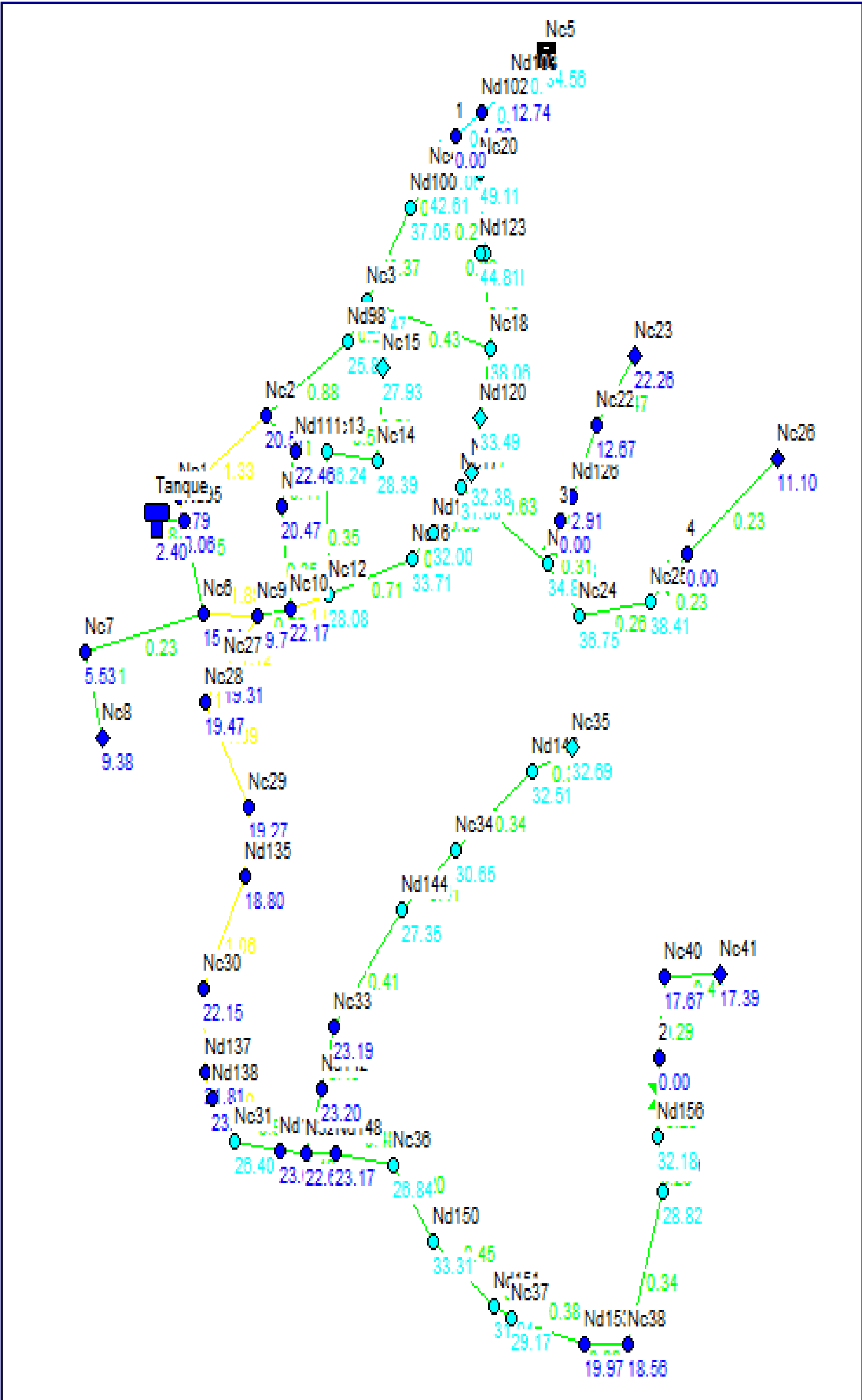
<b>Tubo PVC SDR-26</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Número de tubos</b>
4"	19.58	4
3"	91.11	16
2"	2864.79	478

Fuente: Elaboración propia

#### **4.7.1. Análisis hidráulico de la red.**

Se realizó el análisis hidráulico de la red para la condición de máximo consumo al final del período de diseño, con el consumo de máxima hora y cero consumos en la red.

4.7.1.1.      Análisis de la red de distribución, con condición de consumo de máxima Hora para el final del período de diseño.



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla N° 4.18. Nodos y Presiones en el sistema de Agua Potable.**

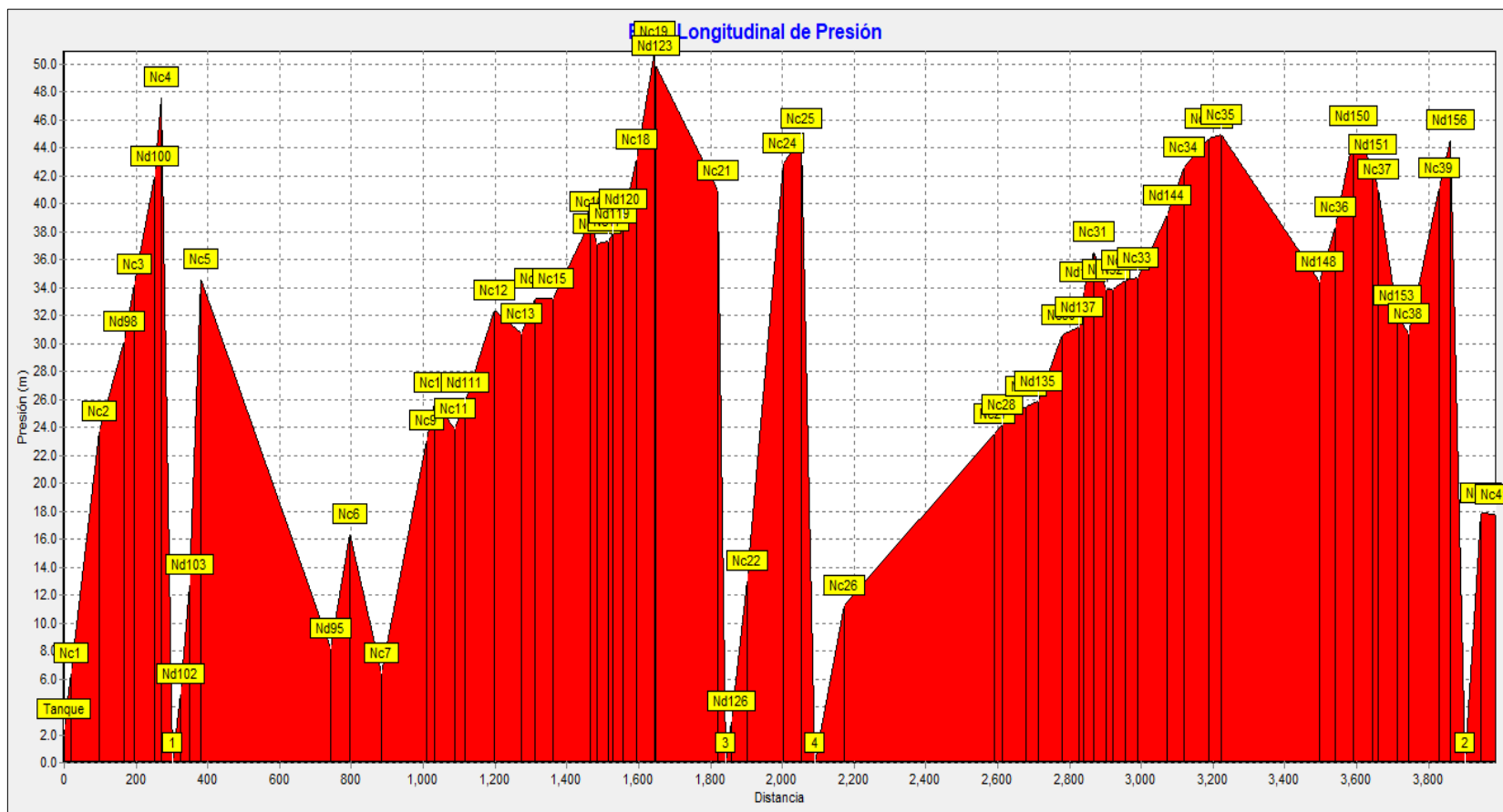
Elevaciones y presiones en la red de distribuciones			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	l/s	m
Conexión Nc5	582,136	0,1127	34,56
Conexión Nd103	603,966	0	12,74
Conexión Nd102	611,756	0	4,96
Conexión Nc4	616,736	0,1076	42,61
Conexión Nd100	622,356	0	37,05
Conexión Nc3	630,136	0,1482	29,47
Conexión Nd98	634,186	0	25,85
Conexión Nc2	640,636	0,0789	20,57
Conexión Nc1	658,136	0,0335	5,79
Conexión Nd95	656,336	0	8,06
Conexión Nc6	648,136	0,0537	15,64
Conexión Nc7	658,12	0,0906	5,53
Conexión Nc8	654,12	0,0485	9,38
Conexión Nc9	641,336	0,0403	19,77
Conexión Nc27	640,836	0,0382	19,31
Conexión Nc28	640,136	0,022	19,47
Conexión Nc29	638,736	0,0671	19,27
Conexión Nd135	638,35	0	18,8
Conexión Nc30	633,45	0,1064	22,15
Conexión Nd137	632,85	0	21,81
Conexión Nd138	630,35	0	23,99
Conexión Nc31	627,36	0,09	26,4
Conexión Nd140	630,05	0	23,07
Conexión N32	630,05	0,0544	22,69
Conexión Nd148	629,45	0	23,17
Conexión Nc36	625,55	0,0657	26,84
Conexión Nd150	619,05	0	33,31
Conexión Nd151	621,06	0	31,04
Conexión Nc37	622,86	0,1237	29,17
Conexión Nd153	631,86	0	19,97
Conexión Nc38	633,16	0,0887	18,56
Conexión Nc39	622,66	0,0877	28,82
Conexión Nd156	619,23	0	32,18
Conexión Nc40	601,37	0,1187	17,67
Conexión Nc41	601,43	0,0424	17,39
Conexión Nc12	632,036	0,0295	28,08
Conexión Nc13	633,636	0,0786	26,24
Conexión Nc14	631,136	0,0387	28,39

Elevaciones y presiones en la red de distribuciones			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	l/s	m
Conexión Nc15	631,186	0,0511	27,93
Conexión Nc10	638,636	0,0252	22,17
Conexión Nc11	640,5	0,1174	20,47
Conexión Nd111	638,636	0	22,46
Conexión Nc18	621,136	0,1293	38,06
Conexión Nc19	613,436	0,0833	45,81
Conexión Nd123	614,436	0	44,81
Conexión Nc16	625,686	0,0658	33,71
Conexión Nd117	627,186	0	32
Conexión Nc17	626,986	0,0533	31,88
Conexión Nd119	626,486	0	32,38
Conexión Nd120	625,436	0	33,49
Conexión Nc20	610,136	0,0456	49,11
Conexión Nc21	623,386	0,0772	34,82
Conexión Nc24	621,386	0,0371	36,75
Conexión Nc25	619,635	0,0541	38,41
Conexión Nc26	608,368	0,1233	11,1
Conexión Nd126	620,386	0	2,91
Conexión Nc22	610,386	0,0683	12,67
Conexión Nc23	600,357	0,0629	22,26
Conexión Nd142	629,36	0	23,2
Conexión Nc33	629,21	0,0722	23,19
Conexión Nd144	624,73	0	27,35
Conexión Nc34	621,23	0,1336	30,65
Conexión Nd146	619,16	0	32,51
Conexión Nc35	618,89	0,1045	32,69
Conexión 1	616,73	0	0
Conexión 2	619,23	0	0
Conexión 3	623,386	0	0
Conexión 4	619,635	0	0
Depósito Tanque	662,136	-	2,4

#### 4.7.1.2. Análisis de resultados de modelación hidráulica.

En la tabla 4.17, se muestran las presiones en el sistema de agua potable las cuales están en el rango que establece la norma rural del INAA, solamente, en la línea de impulsión se observan altas presiones.

**Gráfico N° 4.7. Presiones en la red de distribución por gravedad.**



Fuente: Análisis EPANET



#### 4.7.1.4. Velocidades en la red de distribución.

Según la simulación hidráulica realizada en EPANET se obtienen velocidades máximas y mínimas en la tubería, según norma la velocidad mínima es de 0.4 m/s y la máxima de 2 m/s, las cuales se encuentra en las NTON 09001-99.

En los casos de velocidades inferiores a la mínima recomendada se ubicaron válvulas de aire en las partes más altas de la red y en las partes más bajas de la red se ubicaran válvulas de limpieza con el objetivo de eliminar los sedimentos, para ver el análisis completo de velocidad (ver anexo 7. Página XIV).

**Tabla N° 4.19. Puestos públicos.**

Puesto público	Coordenadas	
1	583930.727	1429161.218
2	583766.435	1429120.19
3	583804.609	1428984.457
4	584051.319	1429500.145
5	584056.325	1429229.825
6	584192.526	1429439.14
7	584352.615	1429291.854
8	584243.525	1429245.11
9	584294.276	1429498.553
10	584414.839	1429574.545
11	584432.233	1429431.352
12	584550.146	1429381.602
13	584598.734	1429576.757
14	584406.32	1429655.504
15	584601.369	1429672.377
16	584433.97	1429715.838
17	584513.767	1429816.789
18	584624.788	1429886.191
19	584609.703	1429824.009
20	584392.221	1429880.742
21	584712.926	1430123.43
22	584708.974	1429807.442
23	584701.269	1429599.258
24	584632.016	1429412.165
25	584746.601	1429327.227
26	584848.404	1429499.697

**Puestos públicos.**

Puesto público	Coordenadas	
27	584965.944	1429590.293
28	584909.167	1429419.01
29	585155.355	1429580.904
30	584815.216	1429261.249
31	584992.059	1429252.077
32	585275.892	1429429.46
33	585287.444	1429308.735
34	585016.08	1429151.545
35	584716.507	1429233.202
36	584152.65	1429141.466
37	584089.851	1429045.767
38	584163.651	1428888.491
39	584063.603	1428792.082
40	584078.613	1428541.581
41	584221.143	1428377.649
42	584059.47	1428317.457
43	584303.839	1428373.527
44	584471.529	1428818.724
45	584366.332	1428535.502
46	584827.739	1428969.12
47	584680.884	1428161.711
48	584620.257	1428004.679
49	584925.897	1428067.144
50	584926.523	1427936.65
51	584946.921	1428318.886
52	585151.116	1428608.976
53	584931.443	1428553.481

Fuente: Elaboración propia

**4.8. Costo total del proyecto.**

El costo del proyecto a precio social es de (C\$ 3,593,564.57), (ver anexo 6. Página VI) incluyendo los componentes de agua potable, educación, protección de fuentes, capacitación y visibilidad del proyecto.

#### 4.8.1. Costos de administración, operación y mantenimiento<sup>11</sup>

Los costos de administración incluyen compra de papelería, salario de operador de equipo, salario de cobrador, salario de fontanero, viáticos, fotocopias, y telefonía. Los costos de operación incluyen pago de energía eléctrica, compra de cloro, análisis de agua. Los costos de mantenimiento incluyen desinfección, limpieza del tanque, reparación en la red de distribución, reparación en el tanque de almacenamiento, mantenimiento de sarta y válvulas, mantenimiento de equipo de bombeo, reposición de equipo de bombeo cada 5 años, reposición de equipo de cloración cada 2 años (ver tabla 4.19 y Anexo 1. Página I).

**Tabla N° 4.20. Costos de administración, operación y mantenimiento.**

Costos de Administración Operación Y Mantenimiento						
Año	Costos de Administración en C\$	Costos de Operación en C\$	Costos de Mantenimiento en C\$	Costo Anual en C\$	Costo en C\$ m <sup>3</sup>	Tarifa por vivienda en C\$
2018	76,156	48,746.11	36,300	161,202.55	7.36	31.61
2019	76,156	49,633.86	36,300	162,090.30	7.22	31.01
2020	76,156	50,543.81	36,300	163,000.25	7.09	30.42
2021	76,156	51,476.50	36,300	163,932.94	6.95	29.85
2022	76,156	52,432.51	36,300	164,888.95	6.82	29.29
2023	76,156	53,412.42	36,300	165,868.86	6.70	28.75
2024	76,156	54,416.83	36,300	166,873.27	6.57	28.21
2025	76,156	55,446.35	36,300	167,902.79	6.45	27.70
2026	76,156	56,501.61	36,300	168,958.05	6.34	27.19
2027	76,156	57,583.25	36,300	170,039.69	6.22	26.70
2028	76,156	58,691.93	36,300	171,148.37	6.11	26.22
2029	76,156	59,828.32	36,300	172,284.76	6.00	25.75
2030	76,156	60,993.13	36,300	173,449.57	5.89	25.29
2031	76,156	62,187.05	36,300	174,643.49	5.79	24.84
2032	76,156	63,410.83	36,300	175,867.27	5.69	24.41
2033	76,156	64,665.20	36,300	177,121.64	5.59	23.98
2034	76,156	65,950.93	36,300	178,407.37	5.49	23.56
2035	76,156	67,268.80	36,300	179,725.24	5.40	23.16
2036	76,156	68,619.62	36,300	181,076.06	5.30	22.76
2037	76,156	70,004.20	36,300	182,460.64	5.21	22.38
2038	76,156	71,423.41	36,300	183,879.85	5.13	22.00

Fuente: Elaboración propia

<sup>11</sup> Metodología para calcular Tarifas en acueductos rurales menores de 500 conexiones (INAA)

#### 4.8.2. Presupuesto.

Proyecto: Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Francisco					
	Departamento:	Estelí	Tasa de cambio		30.68
	Municipio:	La Trinidad			
	Fecha:	5/12/2017			
NO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTE TOTAL C\$
<b>310</b>	<b>PRELIMINARES</b>				<b>168961.94</b>
31001	LIMPIEZA INICIAL	M2	10823.57	4	43294.28
31002	TRAZO Y NIVELACIÓN	M	7796.15	15	116942.25
31005	RÓTULOS	C/U	1	8725.41	8725.41
<b>320</b>	<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DE IMPULSIÓN</b>	<b>M</b>	<b>4026.2</b>	<b>250.06056</b>	<b>1006793.832</b>
32001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M3	4000.67	64	256042.88
32004	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	4000.67	50	200033.5
32006	PRUEBA HIDROSTÁTICA	c/u	14	1800	25200
32008	TUBERÍA DE DIÁMETRO	M	4026.2	63.25	254657.15
32003	INSTALACIÓN DE TUBEÍA	M	4026.98	12.3	49531.854
32508	OBRAS VARIAS	C/U			221328.4476
<b>330</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>M</b>	<b>2975.48</b>	<b>217.76871</b>	<b>647966.4426</b>
33001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M3	2975.48	64	102832.5888
33004	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M3	2975.48	58	172577.84
33007	PRUEBA HIDROSTÁTICA	C/U	10	1800	18000
33008	TUBEÍA DE 2" DE DIÁMETRO	M	2864.79	81.098049	232328.88
33009	TUBERÍA DE 3" DE DIÁMETRO	M	91.11	81	7379.91
33010	TUBERÍA DE 4" DE DIÁMETRO	M	19.58	93	1820.94
32003	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	M	2951.48	16.088274	47484.22
33025	VALVULAS Y ACCESORIOS	GBL	1	65542.064	65542.0638
<b>335</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>291443.25</b>	<b>291443.2492</b>
33501	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO	GBL	1	18550	18550
33502	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERÍA	GLB	1	242959.25	242959.2492
33507	OTRO TIOPO DE OBRAS	GLB	1	3984	3984
<b>340</b>	<b>FUENTES DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>568818.02</b>	<b>568818.0202</b>

34001	OBRAS DE TOMA	GLB	1	147518.43	147518.43
34002	ESTACIÓN DE BOMBEO	GLB	1	104293.69	104293.69
34001	OBRAS DE CAPTACIÓN	GLB	1	14738.452	14738.4515
34008	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	GLB	1	23633.643	23633.6434
34010	FILTRO LENTO	GLB	1	13495.252	13495.25222
34003	CASETA DE CONTROL	GLB	1	93877.323	93877.32313
34005	INSTALACIONES ELECTRICAS	GLB	1	83398.69	83398.69
34008	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES	GLB	1	87862.54	87862.54
<b>350</b>	<b>CONEXIONES</b>	<b>C/U</b>	<b>53</b>	<b>2414.1194</b>	<b>127948.33</b>
35006	PUESTOS PÚBLICOS	C/U	53	1064.1194	56398.33
35009	MEDIDORES DE AGUA POTABLE	GLB	53	1350	71550
<b>355</b>	<b>OTRO TIPO DE OBRAS</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>4819.84</b>	<b>4819.84</b>
70503	OTROS	GLB	1	58100	58100
	<b>SUBTOTAL</b>			<b>C\$</b>	<b>2816751.654</b>
	<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>			<b>C\$</b>	<b>3593564.567</b>

Fuente: Elaboración propia

## Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.

### 5.1. Conclusiones.

- 1- El sistema existente en la comunidad de San Francisco está en mal estado, las tuberías están superficiales, con fugas de agua y diámetros muy pequeños.
- 2- Se realizó el levantamiento topográfico de las fuentes de abastecimientos, predio del tanque de almacenamiento, se trazó la línea de conducción, línea de impulsión y red de distribución en toda la comunidad de San Francisco.
- 3- Con el estudio socioeconómico se determinó la necesidad de la población, de tener acceso al servicio de agua potable, la cual se manifiesta con la predisposición de la población para participar activamente, con sus aportes en la ejecución de las obras, el pago de la cuota familiar y su compromiso para asistir al programa de capacitación previsto por el proyecto.

- 4- La población futura para el diseño es de 2376 habitantes, la cual presenta una demanda de agua de 1.37 l/s, correspondiente al consumo promedio diario.
- 5- Se construirá un sistema combinado MAG y MABE para suministrar el servicio de agua potable ya que las fuentes de agua solamente tienen capacidad de brindar el servicio por medio de puestos públicos.
- 6- En la línea de conducción por gravedad se colocaron cuatro pilas rompe presión, para bajar las presiones y así tener un mejor funcionamiento de la línea de conducción para evitar ruptura en la tubería.
- 7- En la red de distribución se analizó utilizando el software EPANET, resultando 2975 m de tubería de distribución donde se usarán tuberías de 2", 3" y 4". En algunos tramos de la red se encontraron velocidades inferiores a las permisibles, en este caso se propuso utilizar válvulas de aire y vacío en las partes más altas y en las partes más bajas de la red utilizar válvulas de limpieza.

## **5.2. Recomendaciones.**

- Realizar prueba de bombeo de 24 horas en el pozo perforado, para conocer su rendimiento, el cual no deberá ser menor de la demanda de máximo día para el año **2037**.
- Eliminar los focos de contaminación en un radio mínimo de 30 metros de las fuentes de agua.
- Extraer muestras de agua para realizar pruebas bacteriológicas y físico químicas para determinar la calidad de acuerdo a las normas de calidad del agua.

- Obtener los documentos de legalidad de los terrenos seleccionados para la construcción del tanque de almacenamiento, captación de las fuentes, pila rompe presión y servidumbre de pase.
- Impulsar campañas de reforestación en el área de captación (micro cuenca) a fin de garantizar el abastecimiento de agua a la población durante el período de diseño.
- Realizar labores de limpieza y desinfección en el tanque de almacenamiento cada seis meses.
- El Consejo de **CAPS** conformado, debe siempre asegurar el local adecuado para la realización de los talleres de capacitación.
- Gestionar apoyo institucional con la finalidad de fortalecer el funcionamiento de los CAPS para garantizar una capacitación continua de sus miembros en la parte administrativa, operación y mantenimiento del sistema.
- Asegurar los insumos necesarios para el mantenimiento preventivo y correctivo, para garantizar un stock de repuestos que no sean posibles fabricar o comprar localmente.

## **Bibliografía.**

Alcaldía El Sauce. (2008). *Caracterizaciones Comarcales El Sauce*. Alcaldía, León, El Sauce.

AMANCO. (s.f.). Manual técnico para tuberías plásticas. 73. Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidrogeolog%C3%ADa>

Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrología de Superficie*. Mexico: LIMUSA.

Associación Catalana d' Enginyeria Sense Fronteres. (Abril de 2005). *Tecnología para el Desarrollo Humano y Acceso a los servicios Basicos*. Recuperado el 9 de Junio de 2012, de [http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo\\_4\\_ISF\\_vdef.pdf](http://www.uclm.es/profesorado/igarrido/tecnocooperacion/Modulo_4_ISF_vdef.pdf)

CORASCO. (2008). *Manual para la revisión de estudios Topográficos*. Managua: CORASCO.

Elena, B. A. (1999). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria I*. Managua: Dpto. de Hidráulica - FTC - UNI - RUPAP.

FISE. (Junio de 2007). *MANUAL DE ADMINISTRACION DEL CICLO DEL PROYECTO – MACPM*. Recuperado el 2 de Junio de 2012, de [http://www.fise.gob.ni/images/capitulo\\_ii\\_preinversion.pdf](http://www.fise.gob.ni/images/capitulo_ii_preinversion.pdf)

INAA (NTON 09 003-99). (6 de Noviembre de 2001). Normas Rurales. (NTON 09 003-99), 14. Managua, Nicaragua. Recuperado el 11 de Junio de 2012, de <http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>

INEC. (11 de Junio de 1995-2005). Recuperado el 26 de Mayo de 2012, de <http://www.inide.gob.ni/censos2005/MONOGRAFIASD/LEON.pdf>

INIFOM. (s.f.). *Ficha Municipal El Sauce*. Recuperado el 10 de Mayo de 2012, de [p://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/LEON/el\\_sauce.pdf](p://www.inifom.gob.ni/municipios/documentos/LEON/el_sauce.pdf)

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1989). *Manual de operación y Mantenimiento rural (NTON 09 003-99)*. Managua.

Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (1989). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 03-99)*. Managua.

López, M. (sf). *Diseño de Sistema de Abastecimiento de Agua Potable*. -: -.



- McCormac, J. (2007). *Topografía*. Mexico: LIMUSA, S.A.
- Nassir, S. C., & Reinaldo, S. C. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos* (Quinta ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.
- Okun, F. G. (s.f.). *Abastecimiento de agua y remoción de aguas residuales* (Tomo 1 ed.). Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de [http://es.wikipedia.org/wiki/Estudio\\_de\\_prefactibilidad](http://es.wikipedia.org/wiki/Estudio_de_prefactibilidad)
- Opazo, F. U., & Jenkins, D. (1998). *Manual de tratamiento de aguas*. Mexico: LIMUSA, S.A.
- SNIP. (2005). *Guía de Preinversión para proyectos de agua potable rural*. Managua.
- Torres, I. S. (1982). *Hidrogeología* (Vol. Hidrogeología). (I. S. Torres, Ed.) La Habana: Pueblo y Educación.
- UNI,CARE-MARENA-PINCHAS,Alcaldía El Sauce. (2010). *Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Saneamiento de la comunidad de San Nicolás*. El Sauce.
- Wikipedia. (sf). *Topografía*. Recuperado el 15 de Agosto de 2011, de <http://es.wikipedia.org/wiki/Topograf%C3%ADa>

## ANEXOS

### ANEXO 1. Aforo de manantial.

#### Calculo de manantial de ladera.

#### Memoria de calculo.

Elaborado: López Mizaél y Meza David.

#### Periodo optimo de diseño:

$$\text{Datos: } X^* = \text{POD} = \frac{2.60 \times (1 - a)^{1.12}}{r}$$

a).-Factor Economia de escala.  
r).-Tasa Social de descuento ( 11% ).

Solucion:

$$\text{POD.Captación} = \frac{2.60 \times (1 - 0.50588)^{1.12}}{0.11} = 10.73$$

POD.Captación= 11 años PERIODO: 20 años

#### Aforo de manantial utilizado:

##### Metodo volumetrico.

Datos:

Q= Caudal en l/s.  
V= Volumen del recipiente en litros.  
t= Tiempo promedio en seg.

Formula:

Caudal

$$Q = V / t$$

Datos:

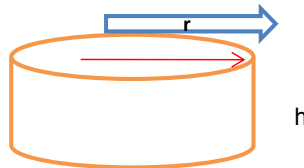
Cilindro circular recto.

r= Radio  
h= Altura

Formula:

Volumen

$$V = \pi * r^2 * h$$



Decripcion de la zona.

Centro Poblado : San Francico-La Trinidad.  
Nombre de la Fuente : Potrerros deOyanca.  
Fecha : nov-17

Nro de Prueba	VOLUMEN (litros)	TIEMPO (seg)
1	22.33	27.21
2	22.33	27.22
3	22.33	27.24
4	22.33	27.23
5	22.33	27.22
TOTAL		136.12

Solucion:

$$\begin{aligned} t &= 27.22 \text{ seg} \\ V &= 22.33 \text{ lits} \\ Q &= 0.82 \text{ lits/seg} \end{aligned} \quad Q = V / t$$

### Pruebas realizadas en marzo de 2017.

No. De Prueba	Volumen	Tiempo	Caudal
	litros	seg.	(l/s)
1	22,33	27.21	0.8206
2	22,33	27.22	0.8205
3	22,33	27.24	0.8205
4	22,33	27.23	0.8201
5	22,33	27.22	0.8205
Promedio		27.22	0.8204

### Anexo 2. Costos de administración anual.

1	2	3	4	5	6	7	8
No	AÑO	CPD (l/día)	Horas de Operación por día	Horas de Operación por Año	Costos de Administración Anual		
					Papelería	Salario de Operador	Total de Administración
<b>0</b>	<b>2018</b>	<b>71964</b>	<b>16</b>	<b>5840</b>	<b>6000</b>	<b>70156.44</b>	<b>76156.44</b>
1	2019	73764	16	5840	6000	70156.44	76156.44
2	2020	75600	16	5840	6000	70156.44	76156.44
3	2021	77508	16	5840	6000	70156.44	76156.44
4	2022	79452	16	5840	6000	70156.44	76156.44
5	2023	81432	16	5840	6000	70156.44	76156.44
6	2024	83484	16	5840	6000	70156.44	76156.44
7	2025	85572	16	5840	6000	70156.44	76156.44
8	2026	87696	16	5840	6000	70156.44	76156.44
9	2027	89892	16	5840	6000	70156.44	76156.44
<b>10</b>	<b>2028</b>	<b>92124</b>	<b>16</b>	<b>5840</b>	<b>6000</b>	<b>70156.44</b>	<b>76156.44</b>
11	2029	94428	16	5840	6000	70156.44	76156.44
12	2030	96804	16	5840	6000	70156.44	76156.44
13	2031	99216	16	5840	6000	70156.44	76156.44
14	2032	101700	16	5840	6000	70156.44	76156.44
15	2033	104256	16	5840	6000	70156.44	76156.44
16	2034	106848	16	5840	6000	70156.44	76156.44
17	2035	109512	16	5840	6000	70156.44	76156.44
18	2036	112248	16	5840	6000	70156.44	76156.44
19	2037	115056	16	5840	6000	70156.44	76156.44
<b>20</b>	<b>2038</b>	<b>117936</b>	<b>16</b>	<b>5840</b>	<b>6000</b>	<b>70156.44</b>	<b>76156.44</b>

Columna # 2. Año de inicio y Finalización del Proyecto

Columna # 3. Galones por Día del año 0 al Año 20

Columna # 4. Horas de Operación por Día del Año 0 al Año 20

Columna # 5. Horas de Operación por Año

Columna # 6. Papelería y útiles de oficina C\$ 6000 Anual

Columna # 7. Salario de Operador C\$ 5846.37 Mensual

Columna # 8. Costo Total de Administración por Año

### Anexo 3. Costos de Operación anual.

9	10	11	12	13	14
Costo de Operación Anual					
Costo de energía eléctrica	Volumen de Agua m <sup>3</sup> /Año	Hipoclorito de Calcio en tabletas	Costo de Hipoclorito de calcio	Análisis de Agua	Total de Operación
<b>9236.08</b>	<b>99495.7</b>	<b>710.2</b>	<b>35510.0</b>	<b>4000.0</b>	<b>48746.1</b>
9236.08	101984.3	728.0	36398.2	4000.0	49634.3
9236.08	104522.7	746.1	37304.2	4000.0	50540.3
9236.08	107160.7	764.9	38245.7	4000.0	51481.8
9236.08	109848.4	784.1	39204.9	4000.0	52441.0
9236.08	112585.9	803.6	40181.9	4000.0	53418.0
9236.08	115423.0	823.9	41194.5	4000.0	54430.6
9236.08	118309.8	844.5	42224.8	4000.0	55460.9
9236.08	121246.4	865.5	43272.9	4000.0	56508.9
9236.08	124282.5	887.1	44356.5	4000.0	57592.5
<b>9236.08</b>	<b>127368.4</b>	<b>909.2</b>	<b>45457.8</b>	<b>4000.0</b>	<b>58693.9</b>
9236.08	130553.9	931.9	46594.7	4000.0	59830.8
9236.08	133838.9	955.3	47767.1	4000.0	61003.2
9236.08	137173.6	979.1	48957.3	4000.0	62193.4
9236.08	140608.0	1003.7	50183.0	4000.0	63419.1
9236.08	144141.8	1028.9	51444.3	4000.0	64680.3
9236.08	147725.5	1054.5	52723.3	4000.0	65959.3
9236.08	151408.6	1080.8	54037.8	4000.0	67273.9
9236.08	155191.4	1107.8	55387.8	4000.0	68623.9
9236.08	159073.6	1135.5	56773.4	4000.0	70009.5
<b>9236.08</b>	<b>163055.5</b>	<b>1163.9</b>	<b>58194.5</b>	<b>4000.0</b>	<b>71430.6</b>

Columna # 9. Costo de energía eléctrica,  $0,746 * Hp * C\$ 2,12 * \text{tiempo de bombeo}$

Columna # 10. Volumen de agua m<sup>3</sup> por año

Columna # 11. Hipoclorito de sodio en (grs/día \* 365 días)/1000 grs/Kgs

Columna # 12. Costo de hipoclorito de calcio C\$ 50 cada tableta

Columna # 13. Análisis de agua C\$ 2000 semestral

Columna # 14. Costo total de operación por año

#### Anexo 4. Costos de Mantenimiento anual.

15	16	17	18	19
Costo de mantenimiento Anual				
Desinfección y Limpieza del Tanque	Reparación en La Red de Distribución	Reparación de Tanque de Almacenamiento	Válvulas, Equipo de Cloración, Reemplazo de Medidores	Total de Mantenimiento
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300
1200	3600	3000	28500	36300

Columna # 15. Desinfección y Limpieza del Tanque C\$ 1200 anual

Columna # 16. Reparación de la Red de Distribución C\$ 3600 anual

Columna # 17. Reparación del Tanque de almacenamiento C\$ 3000 anual

Columna # 18. Mantenimiento de sarta y válvulas, C\$ 5000, Mantenimiento de equipo de bombeo C\$ 10000, Reposición de equipo de bombeo C\$ 5000 Reposición de Equipo de Cloración, C\$ 2500, total anual C\$ 28500 Anual

Columna # 19. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Anual

## Anexo 5. Tarifa mensual por vivienda.

20	21	22	23	24	25	26
Tarifa						
Costo Total anual	Costo Mensual	Tarifa C\$/m <sup>3</sup>	Tarifa Mensual por Vivienda	Costo por persona, mensual	Número de vivienda	m <sup>3</sup> /Vivienda
161202.55	13433.55	7.36	31.61	0.02	425	4.29
162090.75	13507.56	7.22	31.01	0.02	436	4.29
162996.71	13583.06	7.09	30.42	0.01	446	4.29
163938.19	13661.52	6.95	29.85	0.01	458	4.29
164897.44	13741.45	6.82	29.29	0.01	469	4.29
165874.46	13822.87	6.70	28.74	0.01	481	4.29
166887.00	13907.25	6.57	28.21	0.01	493	4.29
167917.31	13993.11	6.45	27.69	0.01	505	4.29
168965.38	14080.45	6.33	27.19	0.01	518	4.29
170048.98	14170.75	6.22	26.69	0.01	531	4.29
171150.34	14262.53	6.11	26.22	0.01	544	4.29
172287.23	14357.27	6.00	25.75	0.01	558	4.29
173459.64	14454.97	5.89	25.28	0.01	572	4.29
174649.83	14554.15	5.79	24.84	0.01	586	4.29
175875.54	14656.29	5.69	24.40	0.01	601	4.29
177136.77	14761.40	5.59	23.97	0.01	616	4.29
178415.77	14867.98	5.49	23.56	0.01	631	4.29
179730.30	14977.53	5.40	23.16	0.01	647	4.29
181080.36	15090.03	5.30	22.76	0.01	663	4.29
182465.94	15205.50	5.21	22.38	0.01	679	4.29
183887.05	15323.92	5.13	22.00	0.01	696	4.29

Columna # 20. Costo Total de Administración, Operación y Mantenimiento Mensual

Columna # 21. Costo mensual

Columna # 22. Tarifa mensual por vivienda/m<sup>3</sup> por vivimda

Columna # 23. Tarifa Mensual por Vivienda, Costo Mensual / # de Viviendas

Columna # 24. Costo por persona mensual

Columna # 25. Número de viviendas

Columna # 26. Consumo mínimo por vivienda en (m<sup>3</sup>)

## Anexo 6. Presupuesto del proyecto.

Proyecto: Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de San Francisco					
	Departamento:	Estelí	Tasa de cambio	30.68	
	Municipio:	La Trinidad			
	Fecha:	1/5/2017			
NO	DESCRIPCIÓN	U/M	CANTIDAD	P/UNIT	COSTE TOTAL C\$
310	PRELIMINARES				168,961.94
31001	LIMPIEZA INICIAL	M <sup>2</sup>	10,823.57	4	43,294.28
	LIMPIEZA INICIAL PARA PREDIO DE CAPTACIÓN	M <sup>2</sup>	260	4	1040
	LIMPIEZA INICIAL PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	M <sup>2</sup>	10,463.57	4	41854.28
	LIMPIEZA INICIAL PARA PREDIO DE TANQUE	M <sup>2</sup>	100	4	400
31002	TRAZO Y NIVELACIÓN	M	7,796.15	15.00	116,942.25
93599	TRAZO DE EJE DE TUBERÍA DE AGUA POTABLE (INCLUYE ESTACAS DE MADERA)	M	7,796.15	15.00	116,942.25
31005	RÓTULOS	C/U	1.00	8,725.41	8,725.41
04277	RÓTULO TIPO FISE DE 1,22M X 2,44M (ESTRUCTURA METÁLICA & ZINC LISO) CON BASE DE CONCRETO REF	C/U	1.00	8,725.41	8,725.41
320	LÍNEA DE CONDUCCIÓN Y DE IMPULSIÓN	M	4026.2	250.06	1,006,793.83
32001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	M <sup>3</sup>	4000.67	64.00	256,042.88
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERÍA	M <sup>3</sup>	4000.67	64.00	256,042.88
32004	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M <sup>3</sup>	4000.67	50.00	200,033.50
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL PARA TUBERÍA DE CONDUCCIÓN	M <sup>3</sup>	4000.67	50.00	200,033.50
32006	PRUEBA HIDROSTÁTICA	c/u	14	1,800.00	25,200.00
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERÍA HASTA DIAM. = 4", L HASTA 300M PARA PROYECTO. A. P	c/u	14	1,800.00	25,200.00
32008	TUBERÍA DE DIÁMETRO	M	4026.2	63.25	254,657.15
92341	TUBERÍA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-26) (NO INCL EXCAVACIÓN)	M	4026.2	63.25	254657.15
32003	INSTALACIÓN DE TUBEÍA	M	4026.98	12.3	49531.854
93613	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-26) (SOLO MANO DE OBRA)	M	4026.98	15	49531.854
32508	OBRAS VARIAS	C/U			221,328.45
03532	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI REF DE 0,50m C/ANCLAJE P/ACCESORIOS CON ANCLAJE DE VARILLA DE HIERRO	C/U	16	521.55	8,344.85
	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO DE 3000 PSI REF DE 0,50m C/ANCLAJE P/ACCESORIOS CON ANCLAJE DE VARILLA DE HIERRO (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	16	250	4000
04221	CAJA (PILA ROMPE PRESION) DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. DE Ancho=0.70m,Largo=1.05m,Alt.=1.00m(INCL. REPELLO Y FINO)	C/U	4	9471.2856	37885.1424

## Presupuesto del proyecto.

<b>325</b>	<b>TUBERIAS, VALVULAS Y ACCESORIOS</b>				<b>171098.4508</b>
96161	VALVULA DE BOYA (FLOTADOR) DE CONTROL DE NIVEL DE HIERRO FUNDIDO Diám.=1 1/2"	C/U	4	6875.68	27502.72
92848	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám= 1/2" CON BRIDAS DE HIERRO FUNDIDO DE 1 1/2" (2 C/U)	C/U	8	7053.5408	56428.3264
96073	VALVULA DE COMPUERTA DE BRONCE Diám.= 1 1/2"	C/U	2	3303.5072	6607.0144
94370	TAPON HEMBRA DE HIERRO GALVANIZADO Diám = 1 1/2"	C/U	4	140.294	561.176
92853	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám= 1 1/2" (NO INCL. EXCA VACION)	ML	16.76	573.4253	9610.608028
96455	TEE DE HIERRO GALVANIZADO Diám.= 1 1/2" x 1 1/2" x 1 1/2"	C/U	4	534.2237	2136.8948
94966	CODO LISO DE PVC Diám.= 1 1/2", 90° (SCH 40) (ASTM D2466) JUNTA CEMENTADA	C/U	4	106.4982	425.9928
94972	ADAPTADOR HEMBRA DE PVC Diám= 1 1/2"	C/U	4	38.2677	153.0708
93848	CODO DE HIERRO GALVANIZADO DE 1 1/2" X 90°	C/U	8	296.814	2374.512
03306	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO DE CONCRETO Diám. = 6" Alt.=1.20(NO INCL EXC NI ACABADOS) (NO INCL. VALVULA)	C/U	12	565.4533	6785.4396
02099	BLOQUE DE REACCION DE CONCRETO DE 3000 PSI REF. PARA VALVULAS (NO INCL. EXCA VACION, NI A CARREO)	C/U	12	122.465	1469.58
96448	VALVULA DE AIRE DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3/4" (ROSCA MACHO)	C/U	12	1975.1005	23701.206
94963	VALVULA (o LLA VE) DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diám.=2" (NO INCL. EXCA VACION), PARA LIMPIEZA	C/U	9	2045.8025	18412.2225
04162	CAJA PARA PROTECCION DE VALVULA HECHA DE TUBO PVC Diám. = 6", (SDR - 41)(NO INCL. EXC)	C/U	21	710.9375	14929.6875
<b>330</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>M</b>	<b>2,975.48</b>	<b>217.77</b>	<b>647,966.44</b>
<b>33001</b>	<b>EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA</b>	<b>M³</b>	<b>2,975.48</b>	<b>64.00</b>	<b>102,832.59</b>
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL PARA TUBERÍA DE DISTRIBUCIÓN	M³	2,975.48	64.00	102,832.59
<b>33004</b>	<b>RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL</b>	<b>M³</b>	<b>2,975.48</b>	<b>58.00</b>	<b>172,577.84</b>
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL PARA TUBERÍA	M³	2,975.48	58.00	172,577.84
<b>33007</b>	<b>PRUEBA HIDROSTÁTICA</b>	<b>C/U</b>	<b>10</b>	<b>1,800.00</b>	<b>18,000.00</b>
93282	PRUEBA HIDROSTÁTICA (CON BOMBA MANUAL) EN TUBERÍA HASTA DIAM. = 4", L HASTA 300M PARA PROYECTO. A. P	C/U	10	1,800.00	18,000.00
<b>33008</b>	<b>TUBEÍA DE 2" DE DIÁMETRO</b>	<b>M</b>	<b>2,864.79</b>	<b>81.10</b>	<b>232,328.88</b>
92941	TUBERÍA PVC Diam 2" (SDR-26) (NO INCLUYE EXCAVACIÓN)	M	2,840.79	72.00	204,536.88
04103	CRUCE AEREO CON TUBERÍA DE Ho. Go. Diam = 2" CON CABLE DE ACERO Diam = 3/8" SIN PILOTES	M	24.00	902.00	21,648.00
04281	CRUCE DE PUENTE CON TUBERÍA DE Ho. Go. Diam = 2" CON BLOQUE DE CONCRETO	M	24.00	256.00	6,144.00
<b>33009</b>	<b>TUBERÍA DE 3" DE DIÁMETRO</b>	<b>M</b>	<b>91.11</b>	<b>81.00</b>	<b>7,379.91</b>
92378	TUBERÍA DE PVC Diam =3" (SDR-26) NO INCLUYE EXCAVACIÓN	M	91.11	81.00	7,379.91
<b>33010</b>	<b>TUBERÍA DE 4" DE DIÁMETRO</b>	<b>M</b>	<b>19.58</b>	<b>93.00</b>	<b>1,820.94</b>
92341	TUBERÍA DE PVC Diam = 4" (SDR-26) (NO INCL EXCAVACIÓN)	M	19.58	93.00	1,820.94



## Presupuesto del proyecto.

<b>32003</b>	<b>INSTALACIÓN DE TUBERÍA</b>	<b>M</b>	<b>2,951.48</b>	<b>16.09</b>	<b>47,484.22</b>
93613	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE PVC Diam = 2" (SDR-26) (SOLO MANO DE OBRA)	M	2840.79	16	45,452.64
	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE PVC Diam = 3" (SDR-26) (SOLO MANO DE OBRA)	M	91.11	18	1,639.98
95766	INSTALACIÓN DE TUBEÍA DE Ho. Go. Diam = 4" (SOLO MANO DE OBRA)	M	19.58	20	391.6
	NO INCL. EXCAVACIÓN				
<b>33025</b>	<b>VALVULAS Y ACCESORIOS</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>65,542.06</b>	<b>65,542.06</b>
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 2" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXCAVACIÓN	C/U	8	3,975.00	31,800.00
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 3" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC	C/U	1	3,726.00	3,726.00
03148	VALVULA DE LIMPIEZA DE BRONCE Diam = 2" CON 1m TUBO DE PVC Diam = 4" (SDR-26) Y TEE REDUCTORA LISA DE PVC	C/U	5	3,330.00	16,650.00
94961	CODO DE 45° PVC Diam = 2"	C/U	4	25	100.00
94966	CODO DE 90° PVC Diam = 2"	C/U	8	27	216.00
94966	CODO DE 90° PVC Diam = 3"	C/U	1	45	45.00
94006	TEE LISA DE PVC Diam = 2"	C/U	8	28	224
94960	TEE REDUCTORA LISA DE PVC 4" X 3" X 3"	C/U	1	50.00	50
94961	REDUCTOR DE 3" X 2"	C/U	1	25.00	25
94961	REDUCTOR DE 4" X 3"	C/U	1	25.00	25
94305	CODO DE Ho. Go. DE 2" X 90°	C/U	4	75.00	300
93514	TAPÓN EMBRA LISO DE PVC Diam = 2"	C/U	7	18.72	131.0638
93598	BLOQUE DE REACCIÓN DE CONCRETO C/ANCLAJE P/ACCESORIOS DE TUBOS	C/U	35	250.00	8750
92849	BLOQUE DE RECCIÓN DE CONCRETO PARA VALVULAS	C/U	14	250.00	3,500.00
<b>335</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>291,443.25</b>	<b>291,443.25</b>
<b>33501</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>GBL</b>	<b>1</b>	<b>18,550.00</b>	<b>18,550.00</b>
95569	EXCAVACIÓN MANUAL EN T. NATURAL PROF = DE 0,00 a 1 m	M³	48.00	120.00	5,760.00
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉSTAMO	M³	30.00	83.00	2,490.00
95502	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL A8INCLUYE DERCHO DE EXPLOTACIÓN)	M³	39.00	188.00	7,332.00
		M⁴			
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M³	28.00	58.00	1,624.00
95453	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE PIEDRA BOLÓN A 0,6 KM (NO INCL COSTO DE P.BOLÓN)	M³	16	84.00	1,344.00
<b>33502</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>242,959.25</b>	<b>242,959.25</b>
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 1/2", # 4	LBS	744.38	14.97	11,140.09
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 3/8", # 3	LBS	413.69	14.97	6,191.12
93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	235.50	14.97	3,524.40
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	1,393.57	2.00	2,787.14
92009	CONCRETO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M³	8.74	3,390.00	29,628.60
92003	CONCRETO DE 2500 PSI (MEZCLADO A MANO) PARA ANDEN Y CANAL SIN REF	M³	4.04	3,059.00	12,352.24
95484	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO PIEDRA BOLÓN DEL SITIO) NO INCL. CLASIFICACIÓN NI ACARREO DE P. BOLÓN	M³	21	1,495.00	31,395.00
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M³	14.00	1200	16,800.00
02856	MURO DE CONCRETO CICLOPEO (CONS. PIEDRA BOLON DEL SITIO) SECC. TRAPESOIDAL (SOLO MANO DE OBRA)	M³	23	1300	29,900.00

## Presupuesto del proyecto.

95522	TAPA DE ACERO (A-36) DE 0,70m X 0,70m, Esp = 1/8" CON DOS CANDADOS MEDIANOS (INCLUYE PINTURA ANTICORROSIVA)	C/U	1	856.00	856.00
93149	CAJA DE REGISTRO DE LADRILLO CUARTERÓN DE 2" X6" X12" DE 0,60 m x 0,60 m, H = 0,80 m	c/u	2	2,945.00	5,890.00
94966	CODO DE PVC Diam = 2" X 90°	c/u	2	55.00	110.00
	CODO DE Ho. Go. DE 1 1/2" X 90° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	2	190.00	380.00
93848	CODO DE Ho. Go. DE 3" X 45° EXTREMOS ROSCABLES	C/U	4	496.00	1,984.00
93847	CODO DE Ho. Go. DE 3" X 90°	C/U	2	496.00	992.00
94006	TEE DE PVC Diam = 2"	C/U	2	185.72	371.44
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 1 1/2" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC	C/U	1	3,276.00	3,276.00
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 3" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC	C/U	1	4,625.00	4,625.00
02137	VALVULA DE PASE DE GAVETA DE BRONCE Diam = 4" CON PROTECTOR DE TUBO DE Ho. Go. INCLUYE EXC		1	4,785.00	4,785.00
92853	TUBERÍA DE Ho.Go. Diam = 1 1/2" (NO INCL. EXCAVACIÓN)	M	12	526.00	6,312.00
92853	TUBERÍA DE Ho.Go. Diam = 1 1/2" (NO INCL. EXCAVACIÓN)	M	6	876.00	5,256.00
93873	TUBO PARA RESPIRADERO DE Ho.Go Diam = 3"	M	6	306.67	1,840.02
95548	IMPERMEABILIZACIÓN DE PAREDES DE TANQUE CONCRETO CON SIKADUR-32T	M²	69	335.00	23,115.00
92387	FORMALETA PARA FONDO DE ENTREPISO	M²	20.25	250.00	5,062.50
92388	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M²	6.5	268.00	1,742.00
92371	FORMALETA PARA MUROS	M²	41.4	278.00	11,509.20
93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS, MUROS Y ENTREPISO	M²	68.15	25.00	1,703.75
92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	98.00	392.00
92160	PIQUETEADO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M²	123.35	25.00	3,083.75
92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M²	123.35	180.00	22,203.00
33508	<b>CERCAS PERIMETRALES</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>25,950.00</b>	<b>25,950.00</b>
92067	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m	M	100	225.00	22,500.00
93056	PUERTA DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. # 13 Y MADERA BLANCA	C/U	1	450.00	450.00
92067	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PÚAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE CONCRETO PRETENSADO A CADA 2,50 m (SOLO MANO DE OBRA)	M	40	75	3,000
33507	<b>OTRO TIOPO DE OBRAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>3,984.00</b>	<b>3,984.00</b>
92445	HIPOCLORADOR DE PLÁSTICO CAP. = 33 GALONES	C/U	1	3,000.00	3,000.00
	INSTALACIÓN DE CLORADOR	C/U	1	1200	984
340	<b>FUENTES DE TOMA</b>	<b>C/U</b>	<b>1</b>	<b>568,818.02</b>	<b>568,818.02</b>
34001	<b>OBRAS DE TOMA</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>147,518.43</b>	<b>147,518.43</b>
40021	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO COMPLETO + E. COLIFORME AGUA P/A. POTABLE	C/U	1	2,950	2,950
40089	ANÁLISIS DE ARSÉNICO	C/U	1	1,500.00	1,500.00
40136	ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA	C/U	1	2,830.00	2,830.00
94646	PRUEBA DE BOMBEO (CON BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE) ESCALONADA	HRS	12	900.00	10,800.00
96059	PERFORACIÓN DE POZO CON MÁQUINA ROTATIVA (6"-8") EN TODO TIPO DE LITOLOGÍA	PIE	260	250.00	65,000.00

## Presupuesto del proyecto.

	SELLO CON MATERIAL BENTONITA (ARCILLA COLOIDAL) Y MORTERO 1:1 PARA POZO PERFORADO	PIE	20	175.00	3,500.00
94665	TUBERÍA RANURADA DE PVC Diam = 4"(SCH-40) INSTALADA EN POZO PERFORADO	PIE	80	154.00	12,320.00
96060	TAPÓN HEMBBRA DE PVC Diam = 2"	C/U	1	46.00	46.00
94309	TAPÓN HEMBBRA DE PVC Diam = 4"	C/U	1	157.00	157.00
95257	TUBERIA CIEGA DE PVC Diam = 4" (SCH-40) INSTALADA EN POZO CON MÁQUINA ROTATIVA	M	54.86	800.50	43,915.43
92341	TUBERIA DE PVC Diam = 1 1/2" (SDR-26)	M	60	75.00	4,500.00
<b>34002</b>	<b>ESTACIÓN DE BOMBEO</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>104,293.69</b>	<b>104,293.69</b>
95070	BOMBA C/MOTOR SUMERGIBLE DE 1 HP, Q = 11,26 GPM, CTD = 260', 1/60/230v	C/U	1	2,250.00	2,250.00
04273	SARTA DE TUBERÍA DE Ho, Go. + Ho, Fo. + VALVULAS Diam = 1" PARA ESTACIÓN DE BOMBEO	C/U	1	75,326.56	75,326.56
94977	VALVULA DE CHECK DE Ho. Fo. Diam = 1" EXTREMOS BRIDADOS	C/U	1	3,344.68	3,344.68
92800	PANEL DE CONTROL DE BOMBA PARA MOTOR DE ARRANQUE DE 1 HP, 110/60/220 V	C/U	1	3,302.45	3,302.45
950032	CABLE SUMERGIBLE # 12 X 3	M	50	135.00	6,750.00
95471	ARRANCADOR MAGNETICO DIRECTO (A TENSIÓN COMPLETA) P/MOTOR DE 1 HP, 1/60/230V 11-16 AMP	C/U	1	7,320.00	7,320.00
	INSTALACIÓN DE BOMBA Y SARTA CON TODOS SUS ACCESORIOS ( SOLO MANO DE OBRA)	GLB	1	6,000	6,000
<b>34001</b>	<b>OBRAS DE CAPTACIÓN</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>14738.452</b>	<b>14738.4515</b>
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M <sup>3</sup>	14	63.78	892.95
95484	CONCRETO CICLOPEO (CONSIDERANDO PIEDRA BOLON DEL SITIO) (NO INCL. CLASIFICACION NI ACARRE DE P. BOLON)	M <sup>3</sup>	1	1359.02	1359.02
95159	FILTRO DE PIEDRA BOLON CLASIFICADA Diám.=MAYOR DE 0.05 m a 0.10 m (MANUAL)(CONS.COMPR. DE P. BOLON)	M <sup>3</sup>	2	495.29	990.59
92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	1	3018.35	3018.35
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	1	1200.00	1200.00
02066	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) MENOR O IGUAL #4 (INCLUYE TACOSSEPARADORES H= 0.075 m)	LBS	1	15.35	15.35
96077	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám.=3" CON FLANGE DE PVC (2 C/U) +PERNOS +TUERCAS	C/U	1	7262.19	7262.19
02418	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1 1/2" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DEREACCION)	M	1	926.56	926.56
02272	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 1 1/2" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	2	5311.15	10622.30
03028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.=1 1/2" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DEREACCION)	M	12	1216.21	14594.54
<b>34008</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>23633.643</b>	<b>23633.6434</b>
92066	CERCO (A) DE ALAMBRE DE PUAS CAL. 13, 7 HILADAS C/POSTE DE MADERA RUSTICA ACADA 2.50 m	M	183	124.5948	22800.8484
93056	PUERTA DE MARCO DE MADERA BLANCA Y FORRO DE ALAMBRE DE PUAS CAL. # 13½	C/U	2	416.3975	832.795
<b>34010</b>	<b>FILTRO LENTO</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>13495.252</b>	<b>13495.25222</b>
92227	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NATURAL	M <sup>3</sup>	14	80.00	1120.00
92009	CONCRETO DE 3,000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	4.1	3018.35	12375.25
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	4.1	1200.00	4920.00

## Presupuesto del proyecto.

02066	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) MENOR O IGUAL #4 (INCLUYE TACOSSEPARADORES H= 0.075 m)	LBS	750	15.35	11514.30
92140	REPELLO CORRIENTE	M <sup>2</sup>	70	97.58	6830.29
92141	FINO CORRIENTE	M <sup>2</sup>	70	80.00	5600.00
92160	PIQUETEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M <sup>2</sup>	70	25.00	1750.00
92371	FORMALETA PARA MUROS	M <sup>2</sup>	45	250.00	11250.00
92388	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M <sup>2</sup>	6.24	260.00	1622.40
92424	APUNTALAMIENTO CON MADERA PINO HASTA 3 M	M	299	284.25	84992.04
03145	VALVULA DE COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 2" (INCL. BLOQUE DE REACCION)	C/U	1	7844.87	7844.87
02272	VALVULA DE HIERRO FUNDIDO Diám. = 1 1/2" (INCL. EXCAVACION Y BLOQUE DE REACCION)	C/U	1	3200.20	3200.20
03028	TUBERIA DE HIERRO GALVANIZADO Diám.= 1 1/2" (NO INCL. EXCAVACION) (INCL. BLOQUE DEREACCION)	ML	4	892.00	3568.00
95548	IMPERMEABILIZACION DE PAREDES DE TANQUE DE CONCRETO CON SIKADUR-32T	M <sup>2</sup>	35	209.80	7343.01
<b>34003</b>	<b>CASETA DE CONTROL</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>93,877.32</b>	<b>93,877.32</b>
92022	NIVELETA DOBLE DE 1,50 m x 1,50 m	C/U	4	98.00	392.00
92227	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO NATURAL	M <sup>3</sup>	11.91	68.78	819.17
93398	EXPLOTACIÓN O CORTE (MANUAL) EN BANCO DE PRÉTAMO	M <sup>3</sup>	15.41	75.00	1,155.75
92226	RELLENO Y COMPACTACIÓN MANUAL	M <sup>3</sup>	11.91	58.00	690.78
94392	ACARREO (CON CAMION VOLQUETE) DE MAT SELECTO A 9 KMS CARGA MANUAL A8INCLUYE DERCHO DE EXPLOTACIÓN)	M <sup>3</sup>	15.41	165.00	2,543.14
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 3/8", # 3	LBS	619	14.97	9,263.71
93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	230.55	14.97	3,450.32
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	849.55	3.00	2,548.65
92009	CONCRETO SIN REFUERZO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	0.91	3,000.00	2,730.00
92009	CONCRETO REFORZADO DE 3000 PSI (MEZCLADO A MANO)	M <sup>3</sup>	2.42	3,390.00	8,207.70
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	3.33	1200	3,997.38
	BLOQUE DE 6" X 8" X 16" SIN SISAR	C/U	395	25	9,875.00
92113	MORTERO ARENA Y CEMENTO PROPORCIÓN 1:4	M <sup>3</sup>	1.85	2,707.00	5,015.93
92091	PARED DE BLOQUE DE 6" X 8" X 16" SIN SISAR	M <sup>2</sup>	17	456.70	7,763.90
92388	FORMALETA PARA FUNDACIONES	M <sup>2</sup>	9.15	250.00	2,288.60
92345	FORMALETA PARA VIGAS	M <sup>2</sup>	9.17	310.12	2,844.89
92346	FORMALETA PARA COLUMNAS (AREA DE CONTACTO)	M <sup>2</sup>	3	285.30	855.90
93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN VIGAS Y COLUMNAS	M <sup>2</sup>	21.33	25.00	533.20
92119	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA	M <sup>2</sup>	19.30	315	6,080.45
92119	CUBIERTA DE TECHO DE LÁMINA ONDULADA DE ZINC CAL. 26 SOBRE ESTRUCTURA METÁLICA (SOLO MANO DE OBRA)	M <sup>2</sup>	19.30	115.5	2,229.50
93150	FASCIA DE PLYSEM LISO Espesor = 11 mm (APOYADA EN PERLINES Y MADERA ROJA)	M <sup>2</sup>	2	415.20	830.40
95178	FLASHING DE ZINC LISO CAL. 26 DESARROLLO = 0,60 m	M	12.81	150.20	1,924.06
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	3.33	900	2,998.04
92137	REPELLO Y FINO CORRIENTE	M <sup>2</sup>	19.56	180.00	3,520.80
92160	PIQUETEO TOTAL EN CONCRETO FRESCO	M <sup>2</sup>	35.26	25.00	881.50
93622	ACABADO FINO LLANETEO EN LOSA DE CONCRETO	M <sup>2</sup>	11.55	75.00	866.25
93236	PUERTA DE MADERA (ROJA) SÓLIDA DE 1,0 m X 2,10 m CON MARCO + BISAGRAS + CERRADURA + CELOCIA DE 0,2 M	C/U	1	8,514.25	8,514.25
04234	VENTANA ABATIBLE DE MADERA DE PINO Y LAM. ACRILICA TRANSPARENTE Esp. 3 mm (INCL. BISAGRAS + PASADOR + PIN)	M <sup>2</sup>	0.675	1,564.56	1,056.08

## Presupuesto del proyecto.

<b>34005</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>83,398.69</b>	<b>83,398.69</b>
93001	ACOMETIDA CON TUBO DE EMT Diam = 1" CON CALAVERA DE EMT Diam = 1" (NO INCLUYE CONDUCTOR)	M	30	195.35	5,860.50
92197	APAGADOR DOBLE DE 15 AMP/120V CON PLACA M. DE 2 HOYOS	C/U	1	155.68	155.68
92266	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 4" X 4"	C/U	1	110.60	110.60
92267	CAJA DE REGISTRO ELECTRICA DE EMT DE 2" X 4"	C/U	1	85.60	85.60
92269	TUBO CONDUIT FLEXIBLE DE 1/2" FORRADO	M	16	45.36	725.76
92270	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #12 AWG	M	63	25.30	1,593.90
92543	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO DE #10 AWG	M	27	38.30	1,034.10
92535	BREAKER DE 2 x 50 AMPERIOS	M	1	545.60	545.60
92558	BREAKER DE 1 x 20 AMPERIOS	C/U	1	215.30	215.30
92649	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE FORRADO N° 14 AWG	M	18	26.00	468.00
92506	LÁMPARA (O LUMINARIA) FLUORESCENTE DE 1 X20 WATTS CON 1 TUBO	C/U	2	276.25	552.50
92803	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA5-1:RAMAL PRIMARIO;14.4/24.9 KV	C/U	1	3,614.00	3,614.00
92804	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-5:REMATE SENCILLO;14.4/24.9 KV	C/U	1	1,842.26	1,842.26
94084	ESTRUCTURA ELECTRICA G-105: MONTAJE DE TRANSFORMADOR MONOFÁSICO (NO INCL. TRANSF.)	C/U	1	7,342.20	7,342.20
92802	TRANSFORMADOR DE 10 KVA, 14.4/24.9 KV, 120/240 KV (NO INCL. ESTRUCTURA) C/U	C/U	1	32,529.87	32,529.87
93456	VARILLA POLO A TIERRA DE COBRE Diam = 5/8", L= CON 10m DE ALAMBRE ELÉCTRICO DE COBRE CABL. # 8 + 5 m DE TUBO	C/U	1	1,443.80	1,443.80
92268	CANALIZACION ELÉCTRICA CON TUBO DE IMC. Diam = 1/2" (INCL. BRIDAS)	M	16	55.21	883.36
93378	CANALIZACION ELECTRICA CON TUBO DE EMT DE 1" (INCL. BRIDAS)	M	16	69.30	1,108.80
93687	TOMA CORRIENTE DOBLE POLARIZADO. DE 15 AMP/120V CON PLACA DE BAQUELITA.	C/U	1	85.57	85.57
93820	ESTRUCTURA ELÉCTRICA D1-1:RETENIDA SENC.C/PERNO GUARDACABO Y ANCLA	C/U	1	2,753.46	2,753.46
92650	ALAMBRE ELECTRICO DE COBRE THNH # 6 AWG	M	30	93.56	2,806.80
94209	ESTRUCTURA ELÉCTRICA M2-1 :POLO A TIERRA CON VARILLA DE 5/8" X 8'	C/U	1	2,236.15	2,236.15
94927	PARARRAYOS DE 18 KV	C/U	1	2,578.95	2,578.95
94998	ESTRUCTURA ELÉCTRICA VA-1 SOPORTE SENCILLO ANGULO 0° A 5°, 14.4/24.9 KV	C/U	1	2,643.61	2,643.61
95113	CALAVERA DE EMT Diam = 1", 3 x 10	C/U	1	278.19	278.19
95721	PANEL MONOFASICO 8 ESPACIOS 120/240V. BARRA DE 125 AMPERIOS	C/U	1	2,904.13	2,904.13
	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (SOLO MANO DE OBRA)	GBL	1	7,000	7,000.00
<b>34008</b>	<b>CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES</b>	<b>GLB</b>	<b>1</b>	<b>87,862.54</b>	<b>87,862.54</b>
03607	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 11/2", 1 HIL DE P.CANT4 HIL ARBO	M	64	892.02	57,089.28
02736	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50m2)	C/U	1	8,523.26	8,523.26
03607	CERCO (A) DE MALLA CICLÓN CAL 13, H = 6" CON TUBO DE Ho. Go. DE 11/2", 1 HIL DE P.CANT4 HIL ARBO (SOLO MANO DE OBRA)	M	27.5	700	19,250.00

## Presupuesto del proyecto.

02736	PORTON DE TUBO DE Ho. Go. Diam = 11/2" INCL COLUMNAS DE CONCRETO S/VA (5,50m2) (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	1	3,000	3,000.00
350	CONEXIONES	C/U	53	2,414.12	127,948.33
35006	PUESTOS PÚBLICOS	C/U	53	1,064.12	56,398.33
96070	CONEXIÓN CON SILLETA LISA DE PVC DE 3" X 1/2" (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (NO INCL MED) (NO INCL EXCAVACIÓN)	C/U	10	867.65	8,676.50
96071	CONEXIÓN CON SILLETA LISA DE PVC DE 2" X 1/2" (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (NO INCL MED) (NO INCL EXCAVACIÓN)	C/U	43	867.25	37,291.75
	CONEXIÓN CON SILLETA LISA DE PVC DE (SDR-13,5) PARA AGUA POTABLE (SOLO MANO DE OBRA)	C/U	43	242.56	10,430.08
35009	MEDIDORES DE AGUA POTABLE	GLB	53	1,350.00	71,550.00
92978	MEDIDOR DOMICILIAR Diam = 1/2" DE AGUA POTABLE (CON CAJA DE CONCRETO Y TAPA Y ARO DE Ho. Fo.)	C/U	53	1,350.00	71,550.00
355	OTRO TIPO DE OBRAS	GBL	1	4,819.84	4,819.84
04344	COLUMNA DE CONCRETO DE 3000 PSI DE 0,25 m X 0,25 m, REF 4 # 4 ESTR. #2 FORMALETA PARA 4 CARAS	M <sup>3</sup>	0.5	3,000.00	1,500.00
92282	FUNDIR CONCRETO EN CUALQUIER ELEMENTO	M <sup>3</sup>	0.5	1200	600
93595	DESENCOFRAR FORMALETAS EN COLUMNAS	M <sup>2</sup>	7	25.00	175
93353	HIERRO (EN VARILLAS) CORRUGADO (GRADO 40) Diam = 4/8", # 4	LBS	100	14.97	1496.56
93353	HIERRO (EN VARILLAS) (GRADO 40) Diam = 1/4", # 2	LBS	50	14.97	748.28
92286	ALISTAR, ARMAR Y COLOCAR HIERRO MENOR O IGUAL AL NUMERO 4	LBS	150	2.00	300
70503	OTROS	GLB	1	58,100.00	58,100.00
92592	REFRIGERIO (GASEOSA 12 ONZAS + EMPAREDADO CON SU SERVILETA)	C/U	415	60.00	24,900.00
	ALMUERZO	C/U	415	80	33,200
	SUBTOTAL				2,816,751.65
	ADMINISTRACIÓN 10%		0.1		281,675.17
	TRANSPORTE 5%		0.05		140,837.58
	UTILIDADES 15%		0.1		281,675.17
	TOTAL			C\$	3,520,939.57
				\$	114,763.35
	CAPACITACIÓN EN AOM			C\$	58,100.00
	COSTOS INDIRECTOS		0.25		14,525.00
	TOTAL			C\$	72,625.00
				\$	2,367.18
	TOTAL DEL PROYECTO			C\$	3,593,564.57
				\$	117,130.53

## Anexo 7. Resultados del análisis hidráulico de EPANET

### Elevaciones y presiones en la línea de conducción (Consumo Máximo Día).

Elevaciones y presiones en la línea de conducción			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd1	971.601	0	4.18
Conexión Nd2	969.208	0	6.53
Conexión Nd3	963.969	0	11.55
Conexión Nd5	958.787	0	4.39
Conexión Nd6	953.154	0	9.72
Conexión Nd7	946.612	0	15.8
Conexión Nd8	936.205	0	25.59
Conexión Nd9	903.146	0	5.14
Conexión Nd10	897.743	0	10.27
Conexión Nd12	871.242	0	35.44
Conexión Nd13	870.23	0	35.69
Conexión Nd14	871.683	0	33.8
Conexión Nd15	867.039	0	38.08
Conexión Nd16	873.481	0	31.28
Conexión Nd17	882.255	0	21.84
Conexión Nd18	880.49	0	23.33
Conexión Nd19	883.593	0	20.09
Conexión Nd20	884.37	0	19
Conexión Nd21	875.794	0	27.24
Conexión Nd22	863.199	0	39.23
Conexión Nd23	834.661	0	19.98
Conexión Nd24	816.747	0	36.75
Conexión Nd26	795.731	0	56.28
Conexión Nd27	793.058	0	57.94
Conexión Nd28	799.597	0	50.35
Conexión Nd29	799.011	0	50.53
Conexión Nd30	797.905	0	50.73
Conexión Nd31	799.578	0	48.26
Conexión Nd32	803.094	0	43.86
Conexión Nd33	805.855	0	40.49
Conexión Nd34	804.328	0	41.36
Conexión Nd36	786.11	0	58.69
Conexión Nd37	785.412	0	59.15
Conexión Nd38	789.108	0	55.04
Conexión Nd39	774.343	0	11.17
Conexión Nd40	769.704	0	15.15

Elevaciones y presiones en la línea de conducción.			
	Cota	Demanda base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd41	764.013	0	20.15
Conexión Nd42	754.629	0	28.97
Conexión Nd43	754.069	0	28.83
Conexión Nd44	749.519	0	32.78
Conexión Nd45	736.358	0	45.3
Conexión Nd46	722.897	0	57.96
Conexión Nd47	714.305	0	1.71
Conexión Nd48	707.618	0	8
Conexión Nd49	698.844	0	16.44
Conexión Nd50	691.071	0	23.86
Conexión Nd51	681.873	0	32.6
Conexión Nd52	682.147	0	31.95
Conexión Nd53	683.039	0	30.57
Conexión Nd54	684.557	0	28.42
Conexión Nd55	683.095	0	29.51
Conexión Nd56	681.453	0	30.81
Conexión Nd57	680.78	0	31.16
Conexión Nd58	682.22	0	29.3
Conexión Nd59	682.981	0	28.19
Conexión Nd60	685.031	0	25.7
Conexión Nd61	686.825	0	23.5
Conexión Nd63	688.167	0	21.19
Conexión Nd64	686.831	0	22.02
Conexión Nd65	685.956	0	22.32
Conexión Nd66	685.913	0	22.22
Conexión Nd67	687.991	0	19.84
Conexión Nd69	690.459	0	16.68
Conexión Nd70	687.134	0	19.82
Conexión Nd71	681.027	0	25.71
Conexión Nd72	675.016	0	31.35
Conexión Nd73	657.615	0	48.01
Conexión Nd74	657.643	0	47.96
Conexión Nd75	660.017	0	45.51
Conexión Nd76	660.538	0	44.88
Conexión Nd77	657.129	0	48.22
Conexión Nd78	655.391	0	49.66
Conexión Nd79	656.575	0	48.2
Conexión Nd80	655.885	0	48.58
Conexión Nd81	656.149	0	47.96
Conexión Nd82	658.289	0	45.27



Elevaciones y presiones en la línea de conducción.			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd83	656.149	0	46.79
Conexión Nd84	657.807	0	44.85
Conexión Nd85	658.289	0	43.87
Conexión Nd86	657.512	0	44.19
Conexión Nd87	656.534	0	44.75
Conexión Nd88	660.337	0	40.45
Conexión Nd11	890.741	0	16.82
Conexión Nd25	803.184	0	49.76
Conexión Nd35	791.856	0	53.11
Conexión Nd62	688.849	0	20.83
Conexión 1	662.136	0	38.52
Conexión 2	691.316	0	16.11
Conexión 5	907.7	0	52.36
Conexión 6	854.245	0	47.95
Conexión 7	785.51	0	58.36
Conexión 4	962.489	0	12.97
Conexión 8	715.305	0	65.38
Embalse Captación	975.927	-	0
Depósito Tanque	662.136	-	2.4
Depósito PRP1	907.7	-	0.8
Depósito PRP2	854.245	-	0.8
Depósito PRP3	785.51	-	0.8
Depósito Sedimentador	962.489	-	1
Depósito PRP4	715.305	-	0.8

#### Diámetros y velocidades en la línea de conducción (Consumo Máximo Día)

Diámetro y velocidad en la línea de Conducción				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T2	11.5	38	150	0.34
Tubería T3, TuboHG	28.93	38	100	0.34
Tubería T5	23.76	38	150	0.64
Tubería T6	36.69	38	150	0.64
Tubería T7	49.13	38	150	0.64
Tubería T9	23.24	38	150	0.61
Tubería T12	65.51	38	150	0.61
Tubería T13	37.46	38	150	0.61
Tubería T14	31.4	38	150	0.61

Diámetro y velocidad en la línea de conducción.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T15	30.82	38	150	0.61
Tubería T16	57.27	38	150	0.61
Tubería T17	24	38	150	0.61
Tubería T18	11.98	38	150	0.61
Tubería T19	26.69	38	150	0.61
Tubería T20	29.25	38	150	0.61
Tubería T26	72.86	38	150	0.67
Tubería T27	75.02	38	150	0.67
Tubería T28	29.38	38	150	0.67
Tubería T29	65.44	38	150	0.67
Tubería T30	56.74	38	150	0.67
Tubería T31	63.55	38	150	0.67
Tubería T32	43.93	38	150	0.67
Tubería T33	46.97	38	150	0.67
Tubería T36	16.95	38	150	0.67
Tubería T37	29.96	38	150	0.67
Tubería T39	42.72	38	150	0.71
Tubería T41	36.2	38	150	0.71
Tubería T42	45.24	38	150	0.71
Tubería T43	38.93	38	150	0.71
Tubería T44	41.85	38	150	0.71
Tubería T45	51.72	38	150	0.71
Tubería T48	27.21	38	150	0.64
Tubería T49	27.88	38	150	0.64
Tubería T50	36.76	38	150	0.64
Tubería T51	30.22	38	150	0.64
Tubería T52	38.62	38	150	0.64
Tubería T53	50.28	38	150	0.64
Tubería T54	29.92	38	150	0.64
Tubería T55	27.13	38	150	0.64
Tubería T56	26.2	38	150	0.64
Tubería T57	33.85	38	150	0.64
Tubería T58	27.41	38	150	0.64
Tubería T59	35.46	38	150	0.64
Tubería T60	32.52	38	150	0.64
Tubería T63	40.4	38	150	0.64
Tubería T64	45.89	38	150	0.64

Diámetro y velocidad en la línea de Conducción.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T65	11.51	38	150	0.64
Tubería T66	24.2	38	150	0.64
Tubería T69	19.59	38	150	0.55
Tubería T70	23.25	38	150	0.55
Tubería T71	38.2	38	150	0.55
Tubería T72	78.19	38	150	0.55
Tubería T73	2.674	38	150	0.55
Tubería T74	7.758	38	150	0.55
Tubería T75	11.95	38	150	0.55
Tubería T76	7.325	38	150	0.55
Tubería T77	31.15	38	150	0.55
Tubería T79	28.98	38	150	0.55
Tubería T80	32.58	38	150	0.55
Tubería T81	38.51	38	150	0.55
Tubería T82	57.1	38	150	0.55
Tubería T83	65.51	38	150	0.55
Tubería T84	29.92	38	150	0.55
Tubería T85	52.25	38	150	0.55
Tubería T86	48.42	38	150	0.55
Tubería T87	43.93	38	150	0.55
Tubería T88	53.07	38	150	0.55
Tubería T10	38.78	38	150	0.61
Tubería T11	76.17	38	150	0.61
Tubería T24	40.31	38	150	0.67
Tubería T25	66.99	38	150	0.67
Tubería T34	52.45	38	150	0.67
Tubería T35	11.86	38	150	0.67
Tubería T61	51.25	38	150	0.64
Tubería T62	26.35	38	150	0.64
Tubería T3	14.12	38	150	0.55
Tubería T67	32.15	38	150	0.64
Tubería T89	81.67	38	150	0.67
Tubería T94	137.27	38	150	0.64
Tubería T95	18.83	38	150	0.61
Tubería T96	44.62	38	150	0.71
Tubería T97	52.21	38	150	0.61
Tubería T98	29.35	38	150	0.67

Diámetro y velocidad en la línea de Conducción.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm	150	m/s
Tubería T99	20	38	150	0.61
Tubería T100	51.63	38	150	0.71
Tubería T101	19.7	38	150	0.67
Tubería T104	30.21	38	150	0.55
Tubería T1	42.337	38	150	0.34
Tubería T4	25.1745	38	150	0.64
Tubería T22	15.8555	38	150	0.34
Tubería T23	40.85	50	150	0.41
Tubería T38	7.25	38	150	0.64
Tubería T40	31.52	38	150	0.64
Válvula V1	-	38	-	0
Válvula V5	-	38	-	0
Válvula V6	-	38	-	0
Válvula V7	-	38	-	0
Válvula V3	-	38	-	0
Válvula V4	-	38	-	0

### **Elevaciones y presiones en la línea de conducción (Sin Consumo)**

Elevaciones y presiones en la línea de conducción			
Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd1	971.601	0	4.33
Conexión Nd2	969.208	0	6.72
Conexión Nd3	963.969	0	11.96
Conexión Nd5	958.787	0	4.7
Conexión Nd6	953.154	0	10.34
Conexión Nd7	946.612	0	16.88
Conexión Nd8	936.205	0	27.28
Conexión Nd9	903.146	0	5.35
Conexión Nd10	897.743	0	10.76
Conexión Nd12	871.242	0	37.26
Conexión Nd13	870.23	0	38.27
Conexión Nd14	871.683	0	36.82
Conexión Nd15	867.039	0	41.46
Conexión Nd16	873.481	0	35.02
Conexión Nd17	882.255	0	26.25
Conexión Nd18	880.49	0	28.01
Conexión Nd19	883.593	0	24.91

Elevaciones y presiones en la línea de conducción			
Tabla de Red - Nudos			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd20	884.37	0	24.13
Conexión Nd21	875.794	0	32.71
Conexión Nd22	863.199	0	45.3
Conexión Nd23	834.661	0	20.38
Conexión Nd24	816.747	0	38.3
Conexión Nd26	795.731	0	59.31
Conexión Nd27	793.058	0	61.99
Conexión Nd28	799.597	0	55.45
Conexión Nd29	799.011	0	56.03
Conexión Nd30	797.905	0	57.14
Conexión Nd31	799.578	0	55.47
Conexión Nd32	803.094	0	51.95
Conexión Nd33	805.855	0	49.19
Conexión Nd34	804.328	0	50.72
Conexión Nd36	786.11	0	68.94
Conexión Nd37	785.412	0	69.63
Conexión Nd38	789.108	0	65.94
Conexión Nd39	774.343	0	11.97
Conexión Nd40	769.704	0	16.61
Conexión Nd41	764.013	0	22.3
Conexión Nd42	754.629	0	31.68
Conexión Nd43	754.069	0	32.24
Conexión Nd44	749.519	0	36.79
Conexión Nd45	736.358	0	49.95
Conexión Nd46	722.897	0	63.41
Conexión Nd47	714.305	0	1.8
Conexión Nd48	707.618	0	8.49
Conexión Nd49	698.844	0	17.26
Conexión Nd50	691.071	0	25.03
Conexión Nd51	681.873	0	34.23
Conexión Nd52	682.147	0	33.96
Conexión Nd53	683.039	0	33.07
Conexión Nd54	684.557	0	31.55
Conexión Nd55	683.095	0	33.01
Conexión Nd56	681.453	0	34.65
Conexión Nd57	680.78	0	35.32
Conexión Nd58	682.22	0	33.88
Conexión Nd59	682.981	0	33.12
Conexión Nd60	685.031	0	31.07
Conexión Nd61	686.825	0	29.28
Conexión Nd63	688.167	0	27.94

Elevaciones y presiones en la línea de conducción			
ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión Nd64	686.831	0	29.27
Conexión Nd65	685.956	0	30.15
Conexión Nd66	685.913	0	30.19
Conexión Nd67	687.991	0	28.11
Conexión Nd69	690.459	0	25.65
Conexión Nd70	687.134	0	28.97
Conexión Nd71	681.027	0	35.08
Conexión Nd72	675.016	0	41.09
Conexión Nd73	657.615	0	58.49
Conexión Nd74	657.643	0	58.46
Conexión Nd75	660.017	0	56.09
Conexión Nd76	660.538	0	55.57
Conexión Nd77	657.129	0	58.98
Conexión Nd78	655.391	0	60.71
Conexión Nd79	656.575	0	59.53
Conexión Nd80	655.885	0	60.22
Conexión Nd81	656.149	0	59.96
Conexión Nd82	658.289	0	57.82
Conexión Nd83	656.149	0	59.96
Conexión Nd84	657.807	0	58.3
Conexión Nd85	658.289	0	57.82
Conexión Nd86	657.512	0	58.59
Conexión Nd87	656.534	0	59.57
Conexión Nd88	660.337	0	55.77
Conexión Nd11	890.741	0	17.76
Conexión Nd25	803.184	0	51.86
Conexión Nd35	791.856	0	63.19
Conexión Nd62	688.849	0	27.26
Conexión 1	662.136	0	53.97
Conexión 2	691.316	0	24.79
Conexión 5	907.7	0	55.79
Conexión 6	854.245	0	54.26
Conexión 7	785.51	0	69.54
Conexión 4	962.489	0	13.44
Conexión 8	715.305	0	71.01
Embalse Captación	975.927	-	0
Depósito Tanque	662.136	-	2.4
Depósito PRP1	907.7	-	0.8
Depósito PRP2	854.245	-	0.8
Depósito PRP3	785.51	-	0.8
Depósito Sedimentador	962.489	-	1
Depósito PRP4	715.305	-	0.8

### Diámetros y velocidades en la línea de conducción (Sin Consumo).

Diámetro y velocidad en la línea de Conducción				
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s
Tubería T2	11.5	38	150	0
Tubería T3, TuboHG	28.93	38	100	0
Tubería T5	23.76	38	150	0
Tubería T6	36.69	38	150	0
Tubería T7	49.13	38	150	0
Tubería T9	23.24	38	150	0
Tubería T12	65.51	38	150	0
Tubería T13	37.46	38	150	0
Tubería T14	31.4	38	150	0
Tubería T15	30.82	38	150	0
Tubería T16	57.27	38	150	0
Tubería T17	24	38	150	0
Tubería T18	11.98	38	150	0
Tubería T19	26.69	38	150	0
Tubería T20	29.25	38	150	0
Tubería T26	72.86	38	150	0
Tubería T27	75.02	38	150	0
Tubería T28	29.38	38	150	0
Tubería T29	65.44	38	150	0
Tubería T30	56.74	38	150	0
Tubería T31	63.55	38	150	0
Tubería T32	43.93	38	150	0
Tubería T33	46.97	38	150	0
Tubería T36	16.95	38	150	0
Tubería T37	29.96	38	150	0
Tubería T39	42.72	38	150	0
Tubería T41	36.2	38	150	0
Tubería T42	45.24	38	150	0
Tubería T43	38.93	38	150	0
Tubería T44	41.85	38	150	0
Tubería T45	51.72	38	150	0
Tubería T48	27.21	38	150	0
Tubería T49	27.88	38	150	0
Tubería T50	36.76	38	150	0
Tubería T51	30.22	38	150	0
Tubería T52	38.62	38	150	0
Tubería T53	50.28	38	150	0
Tubería T54	29.92	38	150	0

Diámetro y velocidad en la línea de Conducción				
ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Velocidad m/s
Tubería T55	27.13	38	150	0
Tubería T56	26.2	38	150	0
Tubería T57	33.85	38	150	0
Tubería T58	27.41	38	150	0
Tubería T59	35.46	38	150	0
Tubería T60	32.52	38	150	0
Tubería T63	40.4	38	150	0
Tubería T64	45.89	38	150	0
Tubería T65	11.51	38	150	0
Tubería T66	24.2	38	150	0
Tubería T69	19.59	38	150	0
Tubería T70	23.25	38	150	0
Tubería T71	38.2	38	150	0
Tubería T72	78.19	38	150	0
Tubería T73	2.674	38	150	0
Tubería T74	7.758	38	150	0
Tubería T75	11.95	38	150	0
Tubería T76	7.325	38	150	0
Tubería T77	31.15	38	150	0
Tubería T79	28.98	38	150	0
Tubería T80	32.58	38	150	0
Tubería T81	38.51	38	150	0
Tubería T82	57.1	38	150	0
Tubería T83	65.51	38	150	0
Tubería T84	29.92	38	150	0
Tubería T85	52.25	38	150	0
Tubería T86	48.42	38	150	0
Tubería T87	43.93	38	150	0
Tubería T88	53.07	38	150	0
Tubería T10	38.78	38	150	0
Tubería T11	76.17	38	150	0
Tubería T24	40.31	38	150	0
Tubería T25	66.99	38	150	0
Tubería T34	52.45	38	150	0
Tubería T35	11.86	38	150	0
Tubería T61	51.25	38	150	0
Tubería T62	26.35	38	150	0
Tubería T3	14.12	38	150	0
Tubería T67	32.15	38	150	0



Diámetro y velocidad en la línea de Conducción				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T89	81.67	38	150	0
Tubería T94	137.27	38	150	0
Tubería T95	18.83	38	150	0
Tubería T96	44.62	38	150	0
Tubería T97	52.21	38	150	0
Tubería T98	29.35	38	150	0
Tubería T99	20	38	150	0
Tubería T100	51.63	38	150	0
Tubería T101	19.7	38	150	0
Tubería T104	30.21	38	150	0
Tubería T1	42.337	38	150	0
Tubería T4	25.1745	38	150	0
Tubería T22	15.8555	38	150	0
Tubería T23	40.85	50	150	0
Tubería T38	7.25	38	150	0
Tubería T40	31.52	38	150	0
Válvula V1	-	38	-	0
Válvula V5	-	38	-	0
Válvula V6	-	38	-	0
Válvula V7	-	38	-	0
Válvula V3	-	38	-	0
Válvula V4	-	38	-	0

### **Elevaciones y presiones en la línea de impulsión (Consumo Máximo Día)**

Elevaciones de terreno y presiones en la línea de impulsión			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión Nd89	582.136	680.88	98.75
Conexión Nd90	603.966	680.39	76.42
Conexión Nd91	611.756	680.07	68.32
Conexión Nd92	622.356	679.35	57
Conexión Nd93	634.186	678.33	44.14
Conexión Nd94	658.136	676.56	18.43
Conexión Nd0	577.561	682.3	104.74
Conexión 1	662	676.32	14.32
Embalse Pozo	577.561	577.56	0
Depósito Tanque	662.136	664.54	2.4

**Diámetros y velocidades en la línea de impulsión (Consumo Máximo Día)**

Diámetros y velocidades en la línea de impulsión				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T91	41.09	38	150	0.54
Tubería T92	26.43	38	150	0.54
Tubería T93	60	38	150	0.54
Tubería T94	85.51	38	150	0.54
Tubería T95	147.35	38	150	0.54
Tubería T90	118.188	38	150	0.54
Tubería T1	20.15	38	150	0.54
Bomba B1	-	-	-	-
Válvula V1	-	38	-	-

**Elevaciones y presiones en la línea de impulsión (Sin Consumo)**

Elevaciones de terreno y presiones en la línea de impulsión			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nd89	582.136	0	82.4
Conexión Nd90	603.966	0	60.57
Conexión Nd91	611.756	0	52.78
Conexión Nd92	622.356	0	42.18
Conexión Nd93	634.186	0	30.35
Conexión Nd94	658.136	0	6.4
Conexión Nd0	577.561	0	86.98
Conexión 1	662	0	2.54
Embalse Pozo	577.561	-	0
Depósito Tanque	662.136	-	2.4

**Diámetros y velocidades en la línea de impulsión (Sin Consumo)**

Diámetros y velocidades en la línea de impulsión				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T91	41.09	38	150	0
Tubería T92	26.43	38	150	0
Tubería T93	60	38	150	0
Tubería T94	85.51	38	150	0
Tubería T95	147.35	38	150	0
Tubería T90	118.188	38	150	0
Tubería T1	20.15	38	150	0
Bomba B1	-	-	-	0
Válvula V1	-	38	-	0

### Elevaciones y presiones en la red de distribución (CMH)

Elevaciones y presiones en la red de distribuciones			
ID Nudo	Cota m	Altura m	Presión m
Conexión Nc5	582.136	0.1127	34.56
Conexión Nd103	603.966	0	12.74
Conexión Nd102	611.756	0	4.96
Conexión Nc4	616.736	0.1076	42.61
Conexión Nd100	622.356	0	37.05
Conexión Nc3	630.136	0.1482	29.47
Conexión Nd98	634.186	0	25.85
Conexión Nc2	640.636	0.0789	20.57
Conexión Nc1	658.136	0.0335	5.79
Conexión Nd95	656.336	0	8.06
Conexión Nc6	648.136	0.0537	15.64
Conexión Nc7	658.12	0.0906	5.53
Conexión Nc8	654.12	0.0485	9.38
Conexión Nc9	641.336	0.0403	19.77
Conexión Nc27	640.836	0.0382	19.31
Conexión Nc28	640.136	0.022	19.47
Conexión Nc29	638.736	0.0671	19.27
Conexión Nd135	638.35	0	18.8
Conexión Nc30	633.45	0.1064	22.15
Conexión Nd137	632.85	0	21.81
Conexión Nd138	630.35	0	23.99
Conexión Nc31	627.36	0.09	26.4
Conexión Nd140	630.05	0	23.07
Conexión N32	630.05	0.0544	22.69
Conexión Nd148	629.45	0	23.17
Conexión Nc36	625.55	0.0657	26.84
Conexión Nd150	619.05	0	33.31
Conexión Nd151	621.06	0	31.04
Conexión Nc37	622.86	0.1237	29.17
Conexión Nd153	631.86	0	19.97
Conexión Nc38	633.16	0.0887	18.56
Conexión Nc39	622.66	0.0877	28.82
Conexión Nd156	619.23	0	32.18
Conexión Nc40	601.37	0.1187	17.67
Conexión Nc41	601.43	0.0424	17.39

Elevaciones y presiones en la red de distribuciones			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión Nc12	632.036	0.0295	28.08
Conexión Nc13	633.636	0.0786	26.24
Conexión Nc14	631.136	0.0387	28.39
Conexión Nc15	631.186	0.0511	27.93
Conexión Nc10	638.636	0.0252	22.17
Conexión Nc11	640.5	0.1174	20.47
Conexión Nd111	638.636	0	22.46
Conexión Nc18	621.136	0.1293	38.06
Conexión Nc19	613.436	0.0833	45.81
Conexión Nd123	614.436	0	44.81
Conexión Nc16	625.686	0.0658	33.71
Conexión Nd117	627.186	0	32
Conexión Nc17	626.986	0.0533	31.88
Conexión Nd119	626.486	0	32.38
Conexión Nd120	625.436	0	33.49
Conexión Nc20	610.136	0.0456	49.11
Conexión Nc21	623.386	0.0772	34.82
Conexión Nc24	621.386	0.0371	36.75
Conexión Nc25	619.635	0.0541	38.41
Conexión Nc26	608.368	0.1233	11.1
Conexión Nd126	620.386	0	2.91
Conexión Nc22	610.386	0.0683	12.67
Conexión Nc23	600.357	0.0629	22.26
Conexión Nd142	629.36	0	23.2
Conexión Nc33	629.21	0.0722	23.19
Conexión Nd144	624.73	0	27.35
Conexión Nc34	621.23	0.1336	30.65
Conexión Nd146	619.16	0	32.51
Conexión Nc35	618.89	0.1045	32.69
Conexión 1	616.73	0	0
Conexión 2	619.23	0	0
Conexión 3	623.386	0	0
Conexión 4	619.635	0	0
Depósito Tanque	662.136	-	2.4

### Diámetros y velocidades en la red de distribución (CMH).

Diámetros y velocidades en la red de distribución.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T106	41.09	50	150	0.1
Tubería T105	26.43	50	150	0.1
Tubería T103	18.29	50	150	0.37
Tubería T102	59.39	50	150	0.37
Tubería T101	26.12	50	150	0.88
Tubería T100	70.89	50	150	0.88
Tubería T99	76.46	50	150	1.33
Tubería T98	12.92	50	150	1.35
Tubería T107	52.08	75	150	0.95
Tubería T108	87.8	50	150	0.23
Tubería T109	47	50	150	0.31
Tubería T110	39.03	50	150	1.89
Tubería T137	37	50	150	1.12
Tubería T138	21.3	50	150	1.1
Tubería 5	65	50	150	1.09
Tubería T140	36.8	50	150	1.06
Tubería T141	66.3	50	150	1.06
Tubería T142	44.6	50	150	1
Tubería T143	15.2	50	150	1
Tubería T144	27.4	50	150	1
Tubería T145	32.9	50	150	0.96
Tubería T146	19.78	50	150	0.96
Tubería T153	21.16	50	150	0.48
Tubería T154	42.5	50	150	0.48
Tubería T155	49.9	75	150	0.2
Tubería T156	55	50	150	0.45
Tubería T157	15	50	150	0.45
Tubería T158	54.8	50	150	0.38
Tubería T159	31.2	50	150	0.38
Tubería T160	85	50	150	0.34
Tubería T161	30	50	150	0.29
Tubería T163	41.1	50	150	0.41
Tubería T116	76.2	50	150	0.35
Tubería T117	37.5	50	150	0.55
Tubería T118	49.5	50	150	0.51

Diámetros y velocidades en la red de distribución.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T112	54	50	150	0.35
Tubería T113	31.2	50	150	0.41
Tubería T114	28.54	50	150	0.41
Tubería T125	93.27	50	150	0.43
Tubería T127	4.277	50	150	0.26
Tubería T128	53.2	50	150	0.26
Tubería T111	24.5	50	150	0.75
Tubería T115	28.64	50	150	1.08
Tubería T119	63.75	50	150	0.71
Tubería T120	20.8	50	150	0.68
Tubería T121	30.9	50	150	0.68
Tubería T122	11.24	50	150	0.02
Tubería T123	29.78	50	150	0.27
Tubería T124	37.7	50	150	0.56
Tubería T126	49.87	50	150	0.19
Tubería T129	44.23	50	150	0.02
Tubería T130	74.8	50	150	0.63
Tubería T134	36	50	150	0.28
Tubería T135	52.4	50	150	0.26
Tubería T132	26.2	50	150	0.53
Tubería T133	61	50	150	0.47
Tubería T147	36	50	150	0.45
Tubería T148	34	50	150	0.45
Tubería T149	79.5	50	150	0.41
Tubería T150	50	50	150	0.41
Tubería T151	69	50	150	0.34
Tubería T152	32.3	50	150	0.34
Tubería T97	19.58	100	150	0.87
Tubería T1	100	50	150	0.06
Tubería T2	85	50	150	0.29
Tubería T3	40	50	150	0.31
Tubería T4	119.5	50	150	0.23
Válvula V1	-	50	-	0.06
Válvula V2	-	50	-	0.29
Válvula V3	-	50	-	0.31
Válvula V4	-	50	-	0.23

### Elevaciones y presiones en la red de distribución (CPD).

Elevaciones y presiones en la red de distribuciones.			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nc5	582.136	0.0418	34.59
Conexión Nd103	603.966	0	12.76
Conexión Nd102	611.756	0	4.97
Conexión Nc4	616.736	0.04	44.79
Conexión Nd100	622.356	0	39.21
Conexión Nc3	630.136	0.055	31.54
Conexión Nd98	634.186	0	27.75
Conexión Nc2	640.636	0.0293	22.01
Conexión Nc1	658.136	0.0125	6.05
Conexión Nd95	656.336	0	8.12
Conexión Nc6	648.136	0.02	15.97
Conexión Nc7	658.12	0.0336	5.9
Conexión Nc8	654.12	0.018	9.76
Conexión Nc9	641.336	0.015	21.28
Conexión Nc27	640.836	0.0142	21.31
Conexión Nc28	640.136	0.0082	21.75
Conexión Nc29	638.736	0.0249	22.35
Conexión Nd135	638.35	0	22.3
Conexión Nc30	633.45	0.0395	26.41
Conexión Nd137	632.85	0	26.51
Conexión Nd138	630.35	0	28.84
Conexión Nc31	627.36	0.0334	31.52
Conexión Nd140	630.05	0	28.48
Conexión N32	630.05	0.0202	28.26
Conexión Nd148	629.45	0	28.81
Conexión Nc36	625.55	0.0244	32.61
Conexión Nd150	619.05	0	39.09
Conexión Nd151	621.06	0	36.96
Conexión Nc37	622.86	0.0459	35.12
Conexión Nd153	631.86	0	26.02
Conexión Nc38	633.16	0.0329	24.66
Conexión Nc39	622.66	0.0326	35.01
Conexión Nd156	619.23	0	38.39
Conexión Nc40	601.37	0.0441	17.73
Conexión Nc41	601.43	0.0157	17.47
Conexión Nc12	632.036	0.011	29.89
Conexión Nc13	633.636	0.0292	28.1
Conexión Nc14	631.136	0.0144	30.29
Conexión Nc15	631.186	0.019	29.85
Conexión Nc10	638.636	0.0094	23.77

Elevaciones y presiones en la red de distribuciones.			
	Cota	Demanda Base	Presión
ID Nudo	m	LPS	m
Conexión Nc11	640.5	0.0436	22.01
Conexión Nd111	638.636	0	23.94
Conexión Nc18	621.136	0.048	40.25
Conexión Nc19	613.436	0.0309	48.01
Conexión Nd123	614.436	0	47.01
Conexión Nc16	625.686	0.0244	35.76
Conexión Nd117	627.186	0	34.11
Conexión Nc17	626.986	0.0198	34.09
Conexión Nd119	626.486	0	34.59
Conexión Nd120	625.436	0	35.69
Conexión Nc20	610.136	0.0169	51.31
Conexión Nc21	623.386	0.0287	37.27
Conexión Nc24	621.386	0.0138	39.23
Conexión Nc25	619.635	0.0201	40.92
Conexión Nc26	608.368	0.0458	11.15
Conexión Nd126	620.386	0	2.93
Conexión Nc22	610.386	0.0254	12.75
Conexión Nc23	600.357	0.0234	22.39
Conexión Nd142	629.36	0	28.83
Conexión Nc33	629.21	0.0268	28.86
Conexión Nd144	624.73	0	33.09
Conexión Nc34	621.23	0.0496	36.43
Conexión Nd146	619.16	0	38.31
Conexión Nc35	618.89	0.0388	38.49
Conexión 1	616.73	0	0
Conexión 2	619.23	0	0
Conexión 3	623.386	0	0
Conexión 4	619.635	0	0
Depósito Tanque	662.136	-	2.4

### Diámetros y velocidades en la red de distribución (CPD).

Diámetros y velocidades en la red de distribución.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T106	41.09	50	150	0.04
Tubería T105	26.43	50	150	0.04
Tubería T103	18.29	50	150	0.28
Tubería T102	59.39	50	150	0.28
Tubería T101	26.12	50	150	0.67



Diámetros y velocidades en la red de distribución.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T100	70.89	50	150	0.67
Tubería T99	76.46	50	150	0.98
Tubería T98	12.92	50	150	0.99
Tubería T107	52.08	75	150	0.7
Tubería T108	87.8	50	150	0.19
Tubería T109	47	50	150	0.29
Tubería T110	39.03	50	150	1.38
Tubería T137	37	50	150	0.76
Tubería T138	21.3	50	150	0.75
Tubería 5	65	50	150	0.75
Tubería T140	36.8	50	150	0.74
Tubería T141	66.3	50	150	0.74
Tubería T142	44.6	50	150	0.72
Tubería T143	15.2	50	150	0.72
Tubería T144	27.4	50	150	0.72
Tubería T145	32.9	50	150	0.7
Tubería T146	19.78	50	150	0.7
Tubería T153	21.16	50	150	0.31
Tubería T154	42.5	50	150	0.31
Tubería T155	49.9	75	150	0.13
Tubería T156	55	50	150	0.3
Tubería T157	15	50	150	0.3
Tubería T158	54.8	50	150	0.28
Tubería T159	31.2	50	150	0.28
Tubería T160	85	50	150	0.26
Tubería T161	30	50	150	0.24
Tubería T163	41.1	50	150	0.38
Tubería T116	76.2	50	150	0.31
Tubería T117	37.5	50	150	0.51
Tubería T118	49.5	50	150	0.5
Tubería T112	54	50	150	0.28
Tubería T113	31.2	50	150	0.3
Tubería T114	28.54	50	150	0.3
Tubería T125	93.27	50	150	0.36
Tubería T127	4.277	50	150	0.24
Tubería T128	53.2	50	150	0.24
Tubería T111	24.5	50	150	0.62

Diámetros y velocidades en la red de distribución.				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T115	28.64	50	150	0.89
Tubería T119	63.75	50	150	0.57
Tubería T120	20.8	50	150	0.56
Tubería T121	30.9	50	150	0.56
Tubería T122	11.24	50	150	0.05
Tubería T123	29.78	50	150	0.24
Tubería T124	37.7	50	150	0.55
Tubería T126	49.87	50	150	0.21
Tubería T129	44.23	50	150	0.01
Tubería T130	74.8	50	150	0.49
Tubería T134	36	50	150	0.21
Tubería T135	52.4	50	150	0.21
Tubería T132	26.2	50	150	0.46
Tubería T133	61	50	150	0.44
Tubería T147	36	50	150	0.37
Tubería T148	34	50	150	0.37
Tubería T149	79.5	50	150	0.36
Tubería T150	50	50	150	0.36
Tubería T151	69	50	150	0.34
Tubería T152	32.3	50	150	0.34
Tubería T97	19.58	100	150	0.64
Tubería T1	100	50	150	0.02
Tubería T2	85	50	150	0.24
Tubería T3	40	50	150	0.27
Tubería T4	119.5	50	150	0.19
Válvula V1	-	50	-	0.02
Válvula V2	-	50	-	0.24
Válvula V3	-	50	-	0.27
Válvula V4	-	50	-	0.2

#### **Elevaciones y presiones en la red de distribución (Sin Consumo).**

Elevaciones de terreno y presiones en la red de distribución (Sin consumo).			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión Nc5	582.136	616.73	34.59
Conexión Nd103	603.966	616.73	12.76

Elevaciones de terreno y presiones en la red de distribución (Sin consumo).			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión Nd102	611.756	616.73	4.97
Conexión Nc4	616.736	664.54	47.8
Conexión Nd100	622.356	664.54	42.18
Conexión Nc3	630.136	664.54	34.4
Conexión Nd98	634.186	664.54	30.35
Conexión Nc2	640.636	664.54	23.9
Conexión Nc1	658.136	664.54	6.4
Conexión Nd95	656.336	664.54	8.2
Conexión Nc6	648.136	664.54	16.4
Conexión Nc7	658.12	664.54	6.42
Conexión Nc8	654.12	664.54	10.42
Conexión Nc9	641.336	664.54	23.2
Conexión Nc27	640.836	664.54	23.7
Conexión Nc28	640.136	664.54	24.4
Conexión Nc29	638.736	664.54	25.8
Conexión Nd135	638.35	664.54	26.19
Conexión Nc30	633.45	664.54	31.09
Conexión Nd137	632.85	664.54	31.69
Conexión Nd138	630.35	664.54	34.19
Conexión Nc31	627.36	664.54	37.18
Conexión Nd140	630.05	664.54	34.49
Conexión N32	630.05	664.54	34.49
Conexión Nd148	629.45	664.54	35.09
Conexión Nc36	625.55	664.54	38.99
Conexión Nd150	619.05	664.54	45.49
Conexión Nd151	621.06	664.54	43.48
Conexión Nc37	622.86	664.54	41.68
Conexión Nd153	631.86	664.54	32.68
Conexión Nc38	633.16	664.54	31.38
Conexión Nc39	622.66	664.54	41.88
Conexión Nd156	619.23	664.54	45.31
Conexión Nc40	601.37	619.23	17.86
Conexión Nc41	601.43	619.23	17.8
Conexión Nc12	632.036	664.54	32.5
Conexión Nc13	633.636	664.54	30.9
Conexión Nc14	631.136	664.54	33.4
Conexión Nc15	631.186	664.54	33.35
Conexión Nc10	638.636	664.54	25.9

Elevaciones de terreno y presiones en la red de distribución (Sin consumo).			
	Cota	Altura	Presión
ID Nudo	m	m	m
Conexión Nc11	640.5	664.54	24.04
Conexión Nd111	638.636	664.54	25.9
Conexión Nc18	621.136	664.54	43.4
Conexión Nc19	613.436	664.54	51.1
Conexión Nd123	614.436	664.54	50.1
Conexión Nc16	625.686	664.54	38.85
Conexión Nd117	627.186	664.54	37.35
Conexión Nc17	626.986	664.54	37.55
Conexión Nd119	626.486	664.54	38.05
Conexión Nd120	625.436	664.54	39.1
Conexión Nc20	610.136	664.54	54.4
Conexión Nc21	623.386	664.54	41.15
Conexión Nc24	621.386	664.54	43.15
Conexión Nc25	619.635	664.54	44.9
Conexión Nc26	608.368	619.64	11.27
Conexión Nd126	620.386	623.39	3
Conexión Nc22	610.386	623.39	13
Conexión Nc23	600.357	623.39	23.03
Conexión Nd142	629.36	664.54	35.18
Conexión Nc33	629.21	664.54	35.33
Conexión Nd144	624.73	664.54	39.81
Conexión Nc34	621.23	664.54	43.31
Conexión Nd146	619.16	664.54	45.38
Conexión Nc35	618.89	664.54	45.65
Conexión 1	616.73	616.73	0
Conexión 2	619.23	619.23	0
Conexión 3	623.386	623.39	0
Conexión 4	619.635	619.64	0
Depósito Tanque	662.136	664.54	2.4

#### **Diámetros y velocidades en la red de distribución (Sin Consumo).**

Diámetros y velocidades en la red de distribución (Sin Consumo).				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T106	41.09	50	150	0
Tubería T105	26.43	50	150	0
Tubería T103	18.29	50	150	0

Diámetros y velocidades en la red de distribución (Sin Consumo).				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T102	59.39	50	150	0
Tubería T101	26.12	50	150	0
Tubería T100	70.89	50	150	0
Tubería T99	76.46	50	150	0
Tubería T98	12.92	50	150	0
Tubería T107	52.08	75	150	0
Tubería T108	87.8	50	150	0
Tubería T109	47	50	150	0
Tubería T110	39.03	50	150	0
Tubería T137	37	50	150	0
Tubería T138	21.3	50	150	0
Tubería 5	65	50	150	0
Tubería T140	36.8	50	150	0
Tubería T141	66.3	50	150	0
Tubería T142	44.6	50	150	0
Tubería T143	15.2	50	150	0
Tubería T144	27.4	50	150	0
Tubería T145	32.9	50	150	0
Tubería T146	19.78	50	150	0
Tubería T153	21.16	50	150	0
Tubería T154	42.5	50	150	0
Tubería T155	49.9	75	150	0
Tubería T156	55	50	150	0
Tubería T157	15	50	150	0
Tubería T158	54.8	50	150	0
Tubería T159	31.2	50	150	0
Tubería T160	85	50	150	0
Tubería T161	30	50	150	0
Tubería T163	41.1	50	150	0
Tubería T116	76.2	50	150	0
Tubería T117	37.5	50	150	0
Tubería T118	49.5	50	150	0
Tubería T112	54	50	150	0
Tubería T113	31.2	50	150	0
Tubería T114	28.54	50	150	0
Tubería T125	93.27	50	150	0

Diámetros y velocidades en la red de distribución (Sin Consumo).				
	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Velocidad
ID Línea	m	mm		m/s
Tubería T127	4.277	50	150	0
Tubería T128	53.2	50	150	0
Tubería T111	24.5	50	150	0
Tubería T115	28.64	50	150	0
Tubería T119	63.75	50	150	0
Tubería T120	20.8	50	150	0
Tubería T121	30.9	50	150	0
Tubería T122	11.24	50	150	0
Tubería T123	29.78	50	150	0
Tubería T124	37.7	50	150	0
Tubería T126	49.87	50	150	0
Tubería T129	44.23	50	150	0
Tubería T130	74.8	50	150	0
Tubería T134	36	50	150	0
Tubería T135	52.4	50	150	0
Tubería T132	26.2	50	150	0
Tubería T133	61	50	150	0
Tubería T147	36	50	150	0
Tubería T148	34	50	150	0
Tubería T149	79.5	50	150	0
Tubería T150	50	50	150	0
Tubería T151	69	50	150	0
Tubería T152	32.3	50	150	0
Tubería T97	19.58	100	150	0
Tubería T1	100	50	150	0
Tubería T2	85	50	150	0
Tubería T3	40	50	150	0
Tubería T4	119.5	50	150	0
Válvula V1	-	50	-	0
Válvula V2	-	50	-	0
Válvula V3	-	50	-	0
Válvula V4	-	50	-	0

## **Anexo 8. Especificaciones técnicas de materiales y equipos.**

### **1 Especificaciones técnicas de materiales y equipos.**

#### **a) Equipo de bombeo.**

El equipo de bombeo estará conformado por bomba y motor sumergible; siendo sus características de operación las siguientes:

Caudal (0.55lps).

CTD (424.99pies).

Potencia del Motor (1.5hp).

Los tazonos deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto. Con la potencia del motor se debe cubrir todo el rango de operación de la bomba.

Se deberá especificar en la oferta los materiales de construcción de cada una de las partes componentes de la bomba. La misma deberá venir acompañada con la curva de operación.

#### **● Columna.**

La tubería de columna o de descarga con diámetros de 1 ½" debe ser de hierro galvanizado. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

#### **● Cable de alimentación.**

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule.

### ● **Plato soporte de descarga.**

El soporte de descarga requerido es un plato de 12" de diámetro exterior y un espesor no menor de una pulgada, más un codo de 90 grados. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

## **2 Tubería.**

### **a) Excavación.**

Las excavaciones de zanja se efectuarán de acuerdo con la alineación, niveles y dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja será conformando a mano, de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo sobre un suelo firme y uniformemente planos entre las depresiones excavadas para acomodar las campanas o juntas.

El ancho de zanjas no será mayor que el diámetro nominal de la tubería más 0.45 metros, ni menor de 0.60 metros. Se requiere una cubierta de 1 metro sobre el tubo, salvo que sea necesario evitar obstáculos en cuyo caso se excavará a la profundidad indicada en los planos o lo que indique el supervisor.

Si en el fondo de la zanja se encontrasen materiales inestables, basura o materiales orgánicos, que en opinión del supervisor deban ser removidos, se excavará y se removerán dichos materiales hasta la profundidad que ordene el supervisor.

Los materiales inaceptables como apoyo de la tubería serán removidos y sustituidos por material granular que serán apisonados en capas que no excedan 15 centímetros hasta un nivel que corresponda a  $\frac{1}{4}$  del diámetro interior del tubo.

Cuando la excavación sea en roca o piedra cantera se removerá hasta una profundidad de 15 centímetros bajo la superficie inferior del tubo. Después la



zanja se rellenará hasta la subrasante con material granular de la manera descrita anteriormente.

### **3 Instalación de tubería y accesorios.**

Los tubos se colocarán de conformidad con la alineación y de acuerdo a lo indicado en los planos o designados por el supervisor, quien podrá ordenar cambios en alineación y nivel de la tubería, cuando lo considere necesario.

La instalación de la tubería se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante.

Salvo que se indique lo contrario en los planos, el tendido de tubería en curvas se hará flexionando la tubería en las juntas. La deflexión máxima de cada junta no deberá exceder la recomendada por el fabricante.

### **4 Instalación de válvulas y accesorios.**

Se instalarán las válvulas de compuerta conforme a los sitios indicados en los planos. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá instalarse de tal manera que la tuerca para operar la válvula quede en una posición vertical. Las tapas de los tubos de protección de válvulas se instalarán a ras con la superficie del terreno; las cuales serán construidas en el sitio con la proporción 1:4 una de cemento y cuatro de arena con varillas de  $\frac{1}{4}$  de pulgadas.

## **5      Encofrado y arriostramiento.**

Cuando se consideren necesarias las zanjas y otras excavaciones, deberán ser encofradas y arriostradas a fin de prevenir cualquier movimiento de tierra, evitar a los tubos cualquier daño y proteger a los trabajadores en la zanja.

## **6      Remoción de agua.**

Se utilizará bomba o cualquier otro equipo necesario para remover el agua de las zanjas antes de colocar materiales en ella misma. El constructor deberá disponer del agua, de tal forma que no ocasione daño a la propiedad o inconveniencia al público.

## **7      Relleno y compactación.**

Salvo que el ingeniero indique lo contrario, las zanjas no se rellenarán hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática.

Solamente materiales seleccionados provenientes de las excavaciones deben usarse para relleno a los costados y hasta 30 centímetros sobre la parte superior de la tubería. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan 10 centímetros. Si los materiales de la excavación no se consideran apropiados para relleno, en opinión del supervisor, el constructor obtendrá por su cuenta en otro sitio, los materiales requeridos.

El relleno de zanja en carreteras y calles debe ser desde 30 centímetros sobre el tubo hasta la rasante, se hará con material de la excavación colocado y apisonado en capas de 0.15 metros. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y piedras de más de 0.10 metros, serán excluidas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

## **8 Colocación y disposición de materiales excavados.**

Materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan indebidamente el tráfico de vehículos y peatones en las calles, aceras y entradas a casas.

El ingeniero podrá levantar el relleno sobre zanja hasta una altura de 0.20 m. sobre el nivel del terreno natural con el material de relleno sobrante. Si sobra aún después de éste algún material o éste a juicio del Ingeniero no fuera adecuado para material, estos deberán ser removidos del sitio de la obra a un lugar adecuado, señalado por el ingeniero a cargo de la obra.

## **9 Prueba hidrostática.**

Después de instalar el tubo y antes de rellenar la zanja, el contratista someterá a prueba, secciones de tubería que no exceda 300 metros de longitud salvo que el supervisor oriente probar secciones más largas. En casos especiales aprobado por el supervisor, la tubería debe probarse a una presión hidrostática de no menor de 160 libras por pulgada cuadrada y se mantendrá esta presión durante no menos de una hora. El constructor instalará los bloques de empuje temporales, tapones, y todo aparato necesario para el ensayo.

Se requiere que todo aire sea expulsado del tubo antes de elevar la presión de prueba, aquí estipulado y con este fin se instalarán llaves maestras donde el supervisor lo considere necesario.

Los tubos y accesorios serán revisados cuidadosamente durante el ensayo a presión y los que se encuentren rajados o dañados serán removidos y reemplazados.

Toda junta será revisada durante la prueba y donde se manifieste filtración o derrame, El contratista reparará las juntas hasta que éstas queden impermeables.

La pérdida de agua de los tubos no debe exceder los siguientes límites por cada 100 juntas.

**Pérdida de agua en la tubería.**

<b>Diámetro de tubería (pulgadas)</b>	<b>Máximas fugas permisibles (galones/hora/100 juntas)</b>
2 y menos	0.8
3	1.2
6	2.3
6	2.3

**10 Desinfección.**

Después del ensayo de la tubería se procederá a la desinfección la cual se efectuará llenando la tubería con agua e introduciendo una solución de cloro residual después de 24 horas. El contratista deberá suministrar todo aparato, equipo y cloro necesario, para efectuar la desinfección de la tubería, además de los tubos y equipos que sean necesarios para remover el agua durante el baldeo de la tubería.

**11 Bloques de reacción.**

Los bloques de reacción de concreto deben colocarse en los sitios designado en los planos en accesorios como tee, codos, reductores, tapones, etc. Todo bloque de reacción se colocará contra tierra firme y las dimensiones de éstos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

## **12 Restauración de la superficie.**

El contratista deberá restaurar a su condición original, toda superficie removida por él, durante la ejecución de la obra.

## **13 Cruce de cauce.**

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

## **14 Instalación de conexiones domiciliarias.**

El Ingeniero a cargo de la obra señalará la ubicación exacta de cada una de las conexiones a construir.

### **a) Excavación.**

El trazado de las conexiones será a 90 grado respecto a la tubería de alimentación de la conexión. Los costados de la zanja deberán ser verticales y el fondo conformado a mano de tal manera que se obtenga un apoyo uniforme, continuo en toda su longitud; el ancho de la zanja no deberá exceder de 0.60 metros.

### **b) Instalación de tubería.**

La perforación de tubería de servicio de agua potable se hará en un costado del tubo en un ángulo de 90 grados respecto al eje vertical. Antes de colocar la silleta o abrazadera, el tubo debe limpiarse con un cepillo hasta dejar la superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente al accesorio. Las tuercas de la abrazadera deben apretarse uniformemente y los suficiente para proveer una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura a la

tubería. Después de efectuada la perforación, al agujero debe introducirse un punzón para remover las virutas de material que pueda haber quedado. El detalle de la conexión domiciliar de agua potable aparece en planos.

## **15 Caseta de controles eléctricos y cloración.**

Los alcances de los trabajos en las paredes de mampostería incluyen la preparación de superficies, la construcción de estructuras de concreto reforzado en las paredes indicadas en los planos: cerramientos de paredes de bloques, piqueteo de superficies de concreto, repello y fino.

### **Materiales.**

- Zinc calibre 26.
- Bloque.
- Cemento.
- Varilla corrugada 3/8" y lisa 1/4".
- Otros.

El cemento a ser utilizado en la fabricación del concreto mortero demandado por las unidades de mampostería y en los acabados, será Portland tipo I, debiendo cumplir con la especificación ASTM-C-150. Será suplido completamente fresco, en su empaque original y sin mostrar evidencias de endurecimiento.

Los agregados deben ser almacenados en forma ordenada, para que no se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materias extrañas. Deben cumplir con las especificaciones ASTM C-33 designados para los agregados de concreto. El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura y libre de materia orgánica y de todo recubrimiento.

El agua a utilizarse en las mezclas deberá ser de calidad potable, libre de toda sustancia aceitosa, salina, ácidos, álcalis o materiales orgánicos u otras sustancias que puedan ser nocivos para el concreto o el refuerzo

El acero de refuerzo deberá cumplir con las especificaciones ASTM-A-615 de grado 40, con límite de fluencia  $F_y = 40000$  psi.

Antes de su colocación, el acero se limpiará de toda suciedad u óxido superficial. Las varillas se doblarán en frío, ajustándose a los detalles que aparecen en los planos.

## **16 Movimiento de tierra.**

El trabajo consiste en la preparación del sitio, nivelación, excavación y relleno. Se removerán del sitio de la obra todas las piedras y cualquier obstáculo que pueda interferir con los trabajos de construcción. El contratista tomará todas las medidas necesarias para no causar daño a terceros en la eliminación de los desechos provenientes de esta operación.

En las fundaciones excavar hasta las profundidades necesarias, nivelar y limpiar todo el material suelto.

Excavar el material inadecuado debajo de las estructuras según lo especifique el ingeniero y rellenar con material adecuado escogido del sitio, compactar y rellenar a un 90 % Proctor Standard en capas que no excedan 10 centímetros.

## **17 Construcción de tanque de concreto ciclópeo sobre suelo.**

Toda mención hecha en estas especificaciones o indicadas en los planos obliga al contratista a suplir en instalar cada artículo o material con el proceso o método indicado y suplir toda la mano de obra y equipos necesarios para la terminación de la obra.

**a) Concreto reforzado.**

El concreto tendrá una resistencia a la compresión a los 28 días de 3000 libras por pulgadas cuadrada.

Para todo concreto, la proporción de cemento, árido y agua necesaria para obtener la plasticidad y resistencia requerida, estará de acuerdo con las normas **613-54 del ACI**. No se permitirá cambios en las proporciones sin la aprobación del ingeniero.

**b) Concreto ciclópeo.**

Se empleará concreto ciclópeo que consistirá de un **60%** de concreto clase "C" (140 Kg/cm<sup>2</sup>) y un **40%** de piedra grande bruta por volumen sólido de la mezcla.

Se usará piedra que sea manejable por un hombre y deberá quedar rodeada por una capa de concreto de no menos 30 cm de concreto, y ninguna podrá quedar a menos de 60 cm. de cualquier superficie superior, ni menos de 20 cm de un coronamiento (**Nic 80 / Sección 602.11.11**).

Concreta clase "C", este concreto tendrá una resistencia característica mínima a la compresión de 140 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días; proporción 1:3:4.

Las piedras bolón deberán ser de roca sólida, no se permitirán bolones de piedras calizas, terrones o material fácilmente disgregable.

La colocación de la piedra bolón se hará de manera que las juntas queden completamente llenas de mortero y no haya espacios vacíos obteniendo así la conformación monolítica de la piedra con el mortero, deberá colocarse la piedra con arte de manera que la apariencia de la pared de bolón presente un buen acabado.



**c) Materiales.**

El cemento a emplearse en las mezclas de concreto será cemento Portland tipo I, sujeto a las especificaciones **ASTM C-150-69**. Deberá llegar al sitio en sus envases originales y enteros.

El agregado fino será arena natural de cauce o Motastepe, dura, limpia y libre de todo material vegetal, mica o detrito de conchas marinas; sujeta a las especificaciones **ASSHTO-R92-93 y ASTM –C-33-92**. En caso de usarse arena de cauce de la zona, ésta deberá ser lavada para eliminar todo limo o tierra vegetal que contenga.

El agregado grueso será piedra triturada o grava limpia, dura, durable y libre de todo recubrimiento, sujeta a especificaciones **ASTM-C-33-6IT**.

El tamaño más grande permitido del agregado será un quinto (1/5) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos de concreto, o tres cuartos (3/4) del espaciamiento libre mínimo de refuerzo según lo recomendado por la norma ASTM C-33 y sus dimensiones máximas deberán cumplir con la sección 33 del reglamento.

El agua a emplear en la mezcla del concreto deberá ser limpia, libre de aceite, ácido o cantidades perjudiciales de material vegetal, álcalis y otras impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o refuerzo, deberá ser previamente aprobada por el Ingeniero.

El acero de refuerzo deberá cumplir la especificación **ASTM A-305** con un límite de fluencia de 40,000lbs por pulgadas cuadrada, de acuerdo a las especificaciones **ASTM A-615-68**, Grado 40. Todas las varillas deberán estar limpias y libres de escamas, trazas de oxidación avanzada, grasas y otras

impurezas e imperfecciones que afecten sus propiedades físicas, resistencia o su adherencia al concreto.

**d) Almacenamiento de materiales.**

El cemento se almacenará en bodegas secas, será sobre tarimas de madera en estibas de no más de 10 sacos. El cemento debe llegar al sitio de la construcción en sus envases originales y enteros. No se utiliza cemento dañado o ya endurecido.

Los áridos finos y gruesos se manejarán y almacenarán separadamente de manera tal que se evite la mezcla con materiales extraños.

Todas las varillas de acero de refuerzo se deberán proteger hasta el momento de usarse.

**e) Colocación del acero de refuerzo.**

La limpieza, doblado, colocación y empalme de refuerzo se hará de acuerdo con las normas y recomendaciones 318-89 del ACI.

El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las barras se doblarán en frío, ajustándolas a los planos y especificaciones del proyecto, sin errores mayores de un centímetro.

Los dobleces de las armaduras, salvo indicación especial en los planos, se harán con radios superiores a siete y medio (7.50) veces su diámetro.

Las barras se sujetarán a la formaleta con alambre o tacos de concreto y entre sí con ataduras de alambre de hierro dulce No.18, de modo que no puedan desplazarse durante la llena y que éste pueda envolverlos completamente.

No se dispondrá sin necesidad, el empalme de varillas no señaladas en los planos sin autorización del ingeniero.

**f) Dosificación y mezcla.**

Las dosificaciones de cemento, agregados y agua utilizados deberán ser aprobados por el Ingeniero. Se harán basándose en pruebas de clasificación y contenido de humedad de los materiales, asentamiento de la mezcla de concreto y resistencia del concreto, comprobada por pruebas de resistencia a la compresión ejecutadas en cilindros de este material, la cantidad de cilindros será de 4 cilindros por cada llena o lo que decida el ingeniero.

Estas pruebas deberán ser realizadas por un laboratorio seleccionado de una terna de laboratorios de pruebas de reconocida competencia y pagadas por contratista. Informes certificados de las pruebas deberá ser presentado al Ingeniero, antes de proceder al vaciado de concreto. El contratista no podrá cambiar abastecedores de materiales durante el curso del trabajo sin autorización del ingeniero y presentación de nuevas pruebas certificadas de laboratorio. Excepto cuando se especifique lo contrario, el concreto será mezclado en sitio. La mezcla del concreto se ajustará a los requerimientos de las Normas 613-54 y 614-59 del ACI.

El método para determinar la cantidad correcta de agua y agregado para cada mezcla, debe ser de un tipo que permita controlar con exactitud la proporción de agua y cemento verificarla fácilmente en cualquier momento, el revenimiento de la mezcla no deberá ser mayor de 4" pulgadas y/o conforme el diseño del concreto sometido por el contratista y aprobado por el ingeniero.

**g) Colocación del concreto.**

La colocación o vertida de todo el concreto se hará de acuerdo con las normas 318-89, 605-59 Y 614-59 del ACI y en la forma que aquí se modifica. El transporte y vertida del concreto se hará de modo que no se disgreguen sus elementos, volviendo a mezclar al menos con una vuelta de pala, las que acusen señales de segregación.

No se permitirá la colocación de mezclas que acusen un principio de fraguado, prohibiéndose la adición de agua o lechada durante la llena. Todo el concreto se colocará sobre superficies húmedas, libres de agua y nunca será lo suficiente como para causar el flujo y asentamientos del concreto en su lugar.

**h) Curado del concreto.**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto. Una vez desencofrado cualquier miembro actual, se mantendrá húmedo todo el día por un período de 7 días. En caso de la fundación masiva para el tanque, se esparcirá una capa de arena en toda la superficie, la cual se mantendrá húmeda todo el día y teniendo el cuidado de humedecerla por las noches durante los siete días del curado.

**g) Excavación.**

El contratista replanteará el trabajo y será responsable de su marcación de acuerdo a las referencias de los planos, las cuales deberán ser mantenidas durante el progreso del trabajo.

El contratista establecerá un banco de nivel permanente que servirá de referencia para todos los niveles.

El contratista será responsable de la conservación de este banco de niveles y pagará el costo de su reposición si se pierde por su negligencia.

La excavación para el tanque se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación se extenderá a una distancia tal de las paredes que permita llevar a cabo las diferentes operaciones de construcción e inspección de la obra, el mejoramiento del suelo donde se construirá el tanque, será de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio de suelo que efectúe los estudios.

Toda obstrucción, troncos y desperdicios en el área del movimiento de tierra serán removidos fuera del predio por el contratista. Si no se encontrara un subsuelo a la profundidad con un soporte adecuado, el contratista notificará inmediatamente al ingeniero. El contratista no procederá con el trabajo hasta que no se le den las instrucciones correspondientes y se hagan las mediciones para obtener el volumen adicional de excavación. El contratista mantendrá el área de excavación convenientemente drenada para no perturbar la estabilidad de las fundaciones y del suelo de soporte. El fondo de la excavación debe quedar a nivel, libre de material suelto y llevarse hasta los niveles indicados sin alterar el suelo a dichos niveles.

El contratista mantendrá en todo momento los pozos y zanjas de las cimentaciones libres de agua. Proveerá el bombeo necesario para mantener durante la construcción los espacios excavados libres de agua. En caso se encontrarán filtraciones y ojos de agua en la excavación, el ingeniero deberá ser notificado, y el contratista deberá proveer sin costo adicional desagüe.

Si por error del contratista se llevara la excavación más debajo de las líneas exactas del fondo de las fundaciones y de los pisos de hormigón sobre tierra, el contratista llenará el exceso con hormigón debajo de las paredes y cimientos y con grava debidamente compactada debajo de las losas, sin costo alguno para el contratista.

A fin de mantenerlas firmes y seguras, se apuntalarán y arriostrarán excavaciones en la forma requerida y aprobada por el Ingeniero. Se removerán los puntales a medida que la obra progrese, asegurándose esta medida hasta que los terraplenes estén completamente seguros de colapsos y desprendimientos.

#### **h) Limpieza.**

Todo material sobrante resultado de la excavación del sitio, será removido del predio al costo del contratista. Asimismo todos los desperdicios y escombros resultados de estos trabajos, se removerán del sitio, el cual se entregará limpio y en condiciones aceptables.

### **18 Partes a ser construidas de concreto.**

Todas las partes del tanque que fueren construidas de concreto, tales como fundaciones, losas, vigas, columnas, recubrimiento de losa de techo, etc., deberán ser construidas siguiendo invariablemente las alineaciones horizontales y verticales de los planos de detalle y cumpliendo la condición de que el concreto se coloque monolíticamente.

#### **a) Curado del concreto.**

El contratista prestará cuidadosamente atención al curado apropiado de todo el concreto de las estructuras.

Todas las superficies expuestas, deberán mantenerse húmedas por un período de (7) días después que el concreto haya sido colocadas y desencofrado. Se evitarán causas externas (sobrecargas, vibraciones, etc.) que puedan provocar fisuras en el concreto sin fraguar o sin la resistencia adecuada.

### **Remoción de formaletas y obras falsas.**

La formaleta de la losa superior y columna central podrá ser removida parcialmente a los 21 días después de colada, quedando ciertos soportes a criterio del ingeniero para removerse a los 28 días. El proceso de remoción deberá hacerse de tal forma que no cause daño a la estructura o superficie.

### **b) Acabado de superficies expuestas.**

Cuando las formaletas sean removidas las superficies de concreto serán razonablemente lisas, libre de ratoneras, poros o protuberancias. Si estos defectos se presentan deberán ser reparados de la forma aprobada por el ingeniero sin costo adicional para el dueño.

### **c) Trabajos defectuosos.**

Cualquier trabajo defectuoso que se descubra después que las formaletas hayan sido removidas, deberá ser reparado de inmediato después que el ingeniero lo haya observado. Si las partes de concreto tuvieran abultamientos, irregularidades, o muestras excesivas ratoneras o marcas notorias del formaleteado cuyos defectos a criterio del ingeniero no puedan ser reparadas satisfactoriamente, entonces toda parte defectuosa será removida o reemplazada sin que ello represente costo adicional para el contratista por trabajos y materiales ocupados en la remoción defectuosa.

### **d) Pruebas.**

Una vez que el tanque esté totalmente terminado se ejecutará una prueba, ésta consiste esencialmente en una prueba de impermeabilidad la cual se hará de la forma siguiente: Se debe llenar el tanque hasta la altura del rebosadero durante un período de 48 horas, reponiendo continuamente el agua que sea consumida

por la saturación de los materiales que forman las partes del tanque. A continuación, se dejará lleno el tanque por 72 horas más no debiendo rebajar el nivel del agua más de 9 centímetros. Cualquier fuga deberá ser revisada por el ingeniero y recomendar su reparación en la forma más adecuada sin que ello signifique costos extras para el contratista.

**e) Acabado interno de paredes.**

En la parte interior de las paredes se aplicará un repello de 1.5 centímetros, con una proporción de una parte de cemento por tres partes de arena. Posterior al repello, se aplicará un fino tipo espejo de cemento con textura lisa. Se tendrá especial cuidado con el curado de estos acabados, evitando agrietamiento por la falta de humedad, posteriormente las paredes y fondo serán impermeabilizados con pinturas epóxicas de dos componentes, tal a como se menciona en el artículo de "Pintura".

**f) Escalera interior.**

Se deberá suministrar e instalar una escalera interior, construida con peldaños de acero galvanizado, 1/2 pulgada de diámetro. Los peldaños tendrán un ancho de 0.30 y de esparcimiento entre peldaños de 0.40 metros.

**g) Boca de inspección.**

Se construirá una boca de inspección de acceso en la losa superior, dicha boca de inspección deberá construirse conforme a detalles mostrado en los planos constructivos.



#### **h) Respiradero.**

El tanque deberá estar provisto de un respiradero de ventilación de conformidad al detalle de los planos constructivos.

#### **i) Tubería de entrada, salida y limpieza**

El tanque se proveerá de un tubo de entrada, salida y uno de limpieza cuya disposición y dimensiones deberán ajustarse a lo mostrado en los planos de detalles constructivos, éstos accesorios deberán ser colocados al construirse las paredes de manera que se asegure un empotramiento perfecto que asegure impermeabilidad.

#### **j) Rebosadero.**

El tanque deberá tener un rebosadero de conformidad al detalle y dimensiones que se indican en los planos.

#### **k) Pintura.**

Se pintará la escalera interna del tanque de la manera siguiente: dos manos de pinturas epóxicas, las paredes internas y fondo del tanque se pintarán con dos manos de pintura epóxicas HI-SOLIDS CATALIZED EPOXY - SHERWIN WILLIAMS, C&M o según especificaciones AWWA D102-84 para tanques de agua potable.

**Anexo 9. Formato de encuesta socioeconómica de agua y saneamiento.**

Departamento:\_\_\_\_\_Municipio:\_\_\_\_\_

Comunidad:\_\_\_\_\_Fecha:\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_Quien es Responsable del Hogar:

Padre\_\_\_\_\_Madre\_\_\_\_\_Otro\_\_\_\_\_

Nombre de la persona

Encuestada:\_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto:

\_\_\_\_\_Datos

personales: (iniciar con responsable del hogar)

Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de escolaridad	Ocupación
		M	F	1 a 5	6 a 15	16 a 25	26 - 35	más 36		

**I. Condiciones de la vivienda** (Preg. 2, 3, 4, marcar con X una o más repuestas) 1. La vivienda es: a) Propia\_\_\_\_\_ b) Prestada\_\_\_\_ c) Alquilada\_\_\_\_\_

2. Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

3. El piso es: a) Madera\_\_\_\_\_ b) Tierra\_\_\_\_\_ c) Ladrillo\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
4. El techo es: a) Zinc\_\_\_\_\_ b) Teja \_\_\_\_\_c) Madera\_\_\_\_\_ d) Palma\_\_\_\_\_ e) Otros\_\_\_\_\_
5. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) Tres \_\_\_\_\_b) Dos\_\_\_\_\_ c) No tiene\_\_\_\_\_
6. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena \_\_\_\_\_b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

## II. Situación económica de la familia.

1. ¿Cuántas Personas del hogar trabajan?
2. Dentro de la Comunidad: H \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
3. Fuera de la comunidad: H\_\_\_\_\_ M\_\_\_\_\_ Total\_\_\_\_\_
4. Cuál es el ingreso económico del mes, en este Hogar? C\$  
\_\_\_\_\_
5. El último pago de energía eléctrica, realizado en el hogar? \_\_\_\_\_
6. En que trabajan las personas del hogar?  
a) Ganadería\_\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_\_Otros\_\_\_\_\_ Cual?\_\_\_\_\_
7. Que cultivos realizan?  
a) Arroz\_\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_\_ c) Maíz\_\_\_\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
8. Tienen Ganado?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuanto: a) Vacuno\_\_\_\_\_ b) Equino\_\_\_\_\_ c) Caprino\_\_\_\_\_
9. Tienen animales Domésticos?  
Si\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_ Cuantos: a) Cerdos\_\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_\_
10. Los animales domésticos están?  
a) Encerrados\_\_\_\_\_ b) Amarrados\_\_\_\_\_ c) Suelos\_\_\_\_\_
11. Los animales domésticos se abastecen de agua en?  
a) El Río\_\_\_\_\_ b) Quebrada\_\_\_\_\_ c) Pozo\_\_\_\_\_

## III. Saneamiento e higiene ambiental de la vivienda (observar, verificar)

1. Tienen Letrina?  
Si\_\_\_\_\_En qué estado se encuentra? a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_(verificar) No\_\_\_\_\_

Estaría dispuesto/a en construir su letrina Sí\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

2. Quienes usan la Letrina?

a) Adultos\_\_\_\_\_ b) Niños/as\_\_\_\_\_ c) Otros familiares\_\_\_\_\_

3. La letrina está construida en suelo?

a) Rocoso\_\_\_\_\_ b) Arenoso\_\_\_\_\_ c) Arcilloso\_\_\_\_\_

4. Que hacen con las aguas servidas de la casa?

a) La riegan\_\_\_\_ b) La dejan correr\_\_\_\_\_ c) Tienen zanja de drenaje\_\_\_\_\_ d)

Tiene filtro para drenaje\_\_\_\_\_

5. Existen charcas en el patio?

a) Si\_\_\_\_\_(pasar # 19) b) No\_\_\_\_\_

6. Como eliminan las charcas?

a) Drenando \_\_\_\_\_ b) Aterrando\_\_\_\_\_ c) Otros\_\_\_\_\_

#### **IV. Recursos y servicios de agua**

1. Cuentan con servicio de agua?

a) Si\_\_\_\_\_ Cual: \_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ Como se  
abastecen:\_\_\_\_\_ c) Cuanto pagan de agua al  
mes?\_\_\_\_\_

2. Quién busca o acarrea el agua?

a) La mujer\_\_\_\_\_ b) El hombre\_\_\_\_\_ c) Los niños/as\_\_\_\_\_ d) Otros  
\_\_\_\_\_ Quien?\_\_\_\_\_

3. Cuantos viajes realizan diario para buscar el agua que utilizan  
?\_\_\_\_\_

4. En qué almacena el agua?

a) Barriles\_\_\_\_\_ b) Bidones\_\_\_\_\_ c) Pilas\_\_\_\_\_

5. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen:

a) Tapados\_\_\_\_\_ b) Destapados\_\_\_\_\_ c) Como\_\_\_\_\_ (verificar)

6. La calidad del agua que consumen en el hogar, la considera:

a) Buena\_\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_\_

7. Qué condiciones tiene el agua que consumen (se puede marcar varias situaciones)

a) Tiene mal sabor\_\_\_\_\_ b) Tiene mal olor\_\_\_\_\_ c) Tiene mal color\_\_\_\_\_

**V. Programa de agua potable y saneamiento rural (pasr)**

1. Conoce el Programa de Agua Potable y Saneamiento Rural del FISE?

a) Si\_\_\_\_\_ b)\_No\_\_\_ c) Poco\_\_\_\_\_ Que sabe?\_\_\_\_\_

2. Le gustaría tener Servicio de Agua Potable en su hogar?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c) Porque\_\_\_\_\_

3. Cuanto estaría dispuesto/a en pagar por este servicio? (marcar una)

a) C\$ 20 a 35\_\_\_\_\_ b) C\$ 36 a 50\_\_\_\_\_ c) C\$ 51 a más\_\_\_\_\_

d) No estaría dispuesto/a\_\_\_\_\_ Porque? \_\_\_\_\_

**VI. Organización comunitaria:**

1. Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización?

Si\_\_\_\_\_ Que\_\_\_\_\_ tipo?

a) Productiva\_\_\_\_\_ b)Social\_\_\_\_\_ c)Religiosa\_\_\_\_\_ d)Otra\_\_\_\_\_ No\_\_\_\_\_

Porque? \_\_\_\_\_

2. Cuantos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?

a) Hombres\_\_\_\_\_ b) Mujeres\_\_\_\_\_ c) Total\_\_\_\_\_

3. ¿Las personas de este hogar participarían de forma organizada, en la construcción de un proyecto de agua potable y saneamiento para su comunidad?

a) Si\_\_\_\_\_ b) No\_\_\_\_\_ c)

Porque\_\_\_\_\_

## VII. Situación de salud en la vivienda.

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar durante el pasado año (cuantos).

Enfermedades	-5	6 a 15	16 a 25	más 26	Observaciones
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas					

1. Están vacunados los niños y niñas?

Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ Por qué? \_\_\_\_\_

2. Las personas que habitan en esta vivienda practican hábitos de higiene como: Lavado de manos

a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) Porque? \_\_\_\_\_

Hacen buen uso del Agua

a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) Por qué? \_\_\_\_\_

Hacen buen uso de la letrina

a) Si \_\_\_\_\_ b) No \_\_\_\_\_ c) Por qué? \_\_\_\_\_

3. Cuantos niños y niñas nacieron y/o fallecieron en este hogar, durante el año pasado?

Vivos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

Fallecidos/as: Niñas \_\_\_\_\_ Niños \_\_\_\_\_ Total \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Nombre del Encuestador(a)

\_\_\_\_\_  
Nombre del Supervisor(a)

## Anexo 10. Resultados de análisis de laboratorio.



**Universidad Nacional de Ingeniería**  
Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo  
Programa de Investigación, Estudios Nacionales y Servicios del Ambiente  
Managua, Nicaragua



### LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS				LA-MB-1511-0125	
EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO	
Proyecto Cosntrucción MAG, 1ra Etapa, San Francisco		Alcaldía Municipal de La Trinidad		NR	
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR	
Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila		Consultor	albertocruz67@yahoo.es	88346750	
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO					
INGRESO	INICIO DE ANÁLISIS	FINAL DE ANÁLISIS	FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANÁLISIS	CADENA CUSTODIA	NUMERO DE MUESTRAS
03/11/2015	03/11/2015	07/11/2015	09/11/2015	2239	Uno(1)
Fecha y Hora de Muestreo			02/11/2015		
Muestreado por			Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila		
Supervisor de Muestreo en Campo			Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila		
Fuente			Manantial Natividad González Oregón		
Tipo de muestra			Agua Superficial		
Observaciones de Ubicación			Potrero de Oyanka, La Trinidad		
Coordenadas			X: 581062; Y: 1428444		
Codificación PIENSA			LA-1511-0643		
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION		Norma CAPRE*
9221B	Coliforme total	NMP/100ml	1.6*10 <sup>4</sup>		Neg
9221E	Coliforme fecal	NMP/100ml	1.7*10 <sup>3</sup>		Neg

**LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS:** Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.  
 <: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, Neg= Negativo  
 Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano

Los resultados de estos ensayos corresponden a los solicitados por el cliente

**COORDINACIÓN TÉCNICA**  
**PHD. Leandro Páramo Aguilera**  
 Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, el laboratorio garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

Teléfono Dirección: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 2270-5617 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

0002623



LABORATORIOS AMBIENTALES

CERTIFICADO DE ENSAYOS

FQAN15011-0129

EMPRESA / PROYECTO / PERSONA		DIRECCIÓN		TELÉFONO
Proyecto Construcción MAG I Etapa en San Francisco		Alcaldía Municipal de la Trinidad		NR
ATENCIÓN		CARGO	EMAIL	CELULAR
Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila		Consultor	albertocruz67@yahoo.es	88346750
FECHAS DE PROCESAMIENTO DE MUESTRA EN EL LABORATORIO			FECHA DE EMISIÓN DE CERTIFICADO DE ANALISIS	CADENA CUSTODIA
INGRESO	INICIO DE ANALISIS	FINAL DE ANALISIS	11/11/2015	2239
03/11/2015	04/11/2015	11/11/2015		
Fecha y Hora de Muestreo			02/11/2015	
Muestreado por:			Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila	
Supervisor de Muestreo en Campo			Arq. Wilfredo Rodríguez Dávila	
Fuente			Manantial Natividad González Obregón	
Tipo de muestra			Agua Superficial	
Observaciones de Ubicación			Potrero de Oyanka La Trinidad	
Coordenadas			X:581062, Y:1428444	
Codificación PIENSA			LA-1511-0643	
METODO SM // EPA	ENSAYO REALIZADO PARAMETRO	Unidad	VALOR DE CONCENTRACION PUNTO DE MUESTREO 1	Norma CAPRE*
Visual	Aspecto	NE	Leve turbidez	NE
2350-B	Temperatura	°C	20.00	18 - 30**
4500-B	Potencial de Hidrógeno	pH	7.52	6.5 - 8.5**
2510-B	Conductividad Eléctrica	µS/cm	127.70	400**
2130-B	Turbiedad	NTU	5.19	5
2120-C	Color Verdadero	UC	12.35	15
2320-B	Alcalinidad	mg/l	46.60	NE
2320-B	Carbonatos	mg/l	< 0.10	NE
2320-B	Bicarbonatos	mg/l	46.60	NE
4500-D	Nitratos	mg/l	2.61	50
4500-B	Nitritos	mg/l	< 0.009	0.1
4500-D	Cloruros	mg/l	9.09	250
3500-B	Hierro Total	mg/l	0.066	0.3
4500-D	Sulfatos	mg/l	< 1.00	250
2340-C	Dureza total	mg/l	35.76	400**
2340-C	Dureza Calcica	mg/l	23.76	NE
3500-B	Calcio	mg/l	9.52	100**
3500-B	Magnesio	mg/l	2.92	50
3500-B	Manganeso	mg/l	< 0.02	0.5
3500-X	Sodio	mg/l	8.70	200
3500-C	Potasio	mg/l	1.72	10
4500-C	Fluor	mg/l	0.298	0.7

LEYENDA DE REPORTE DE RESULTADOS: Se reporta por parámetro de acuerdo a la Unidad que se indica en la columna y línea respectiva.

<: menor al Límite de Detección que se especifica por parámetro. NE= No especificada en la Norma, NR= No Reporta, PMS=Poca Materia en Suspensión.

Metodos, Normas y/o Decreto empleados: SM = Standard Methods, 21th.2005 EPA = Environmental Protection Agency

\* Norma regional de calidad del agua para consumo humano: \*\* Valor recomendado

Los resultados reportados corresponden a los ensayos solicitados por el cliente

Ph.D. Leandro Paramo Aguilera  
Coordinador Técnico Laboratorios Ambientales PIENSA-UNI

Declaramos que este informe de resultados será de uso exclusivo del cliente, en todo momento se garantiza la confidencialidad e imparcialidad del informe.

Teléfono: (505) 2278-1462 • Teléfonos: Área Académica 2270-5613 y 8866-6702 (M); Atención al Cliente Laboratorios 2270-1517 y 8152-7314 (M); Coordinación de Laboratorios 8100-0421 (M) • e-mail: [piensa@uni.edu.ni](mailto:piensa@uni.edu.ni) • Web: [www.piensa.uni.edu.ni](http://www.piensa.uni.edu.ni)

0002652



## Anexo 11. Prueba de bombeo.



Managua 15 de marzo del 2016

POZO PERFORADO  
ALCALDÍA LA TRINIDAD

Informe de prueba de bombeo Pozo Perforado San Francisco

Ubicación: Comunidad San Francisco ubicado en la jurisdicción del municipio de La Trinidad  
Departamento de Estelí



---

Planes de Altamira # 198, Managua Nicaragua 505 – 2278 - 0924



# I. DATOS GENERALES

Cliente	ALCALDIA LA TRINIDAD
Tipo de Prueba de Bombeo	Escalonada
Fecha de Prueba de Bombeo	15 de marzo del 2016
Hora de Llegada de Equipo	En Sitio
Hora de Inicio	11:00 AM
Hora Final	5:00 PM
Tiempo de Prueba de Bombeo	6 Horas
Ubicación	POZO San Francisco
POZO	Existente
Profundidad	200 pies
Ø de tubería de Revestimiento	6" PVC
Nivel Estático	30 pies
Nivel de Bombeo	Q <sub>1</sub> = 160 Pies
Galones por Minuto	5 gpm
Recuperación	120 Minutos
Técnico	Enrique Jarquin

Prueba de Bombeo de 6 Horas				
Tiempo		N. Est	30'	Resumen de Aforo de Pozo
H. Inicial	H. Final	Abat.		Observaciones
11:00				Inicio de Bombeo
11:00	12:00	30'	2	Q: 2
12:00	1:00	30'	3	Q: 3
1:00	2:00	40'	4	Q: 4
2:00	3:00	60'	4	Q: 4
3:00	4:00	90'	5	Q: 5
4:00	5:00	130'	5	Q: 5


**ABACUS, S.A.**  
 Ing. Oscar Bernal Mayorga  
 OPERACIONES



Recuperación					
Tiempo		N. Estático	N. Recuperación	Resumen de Aforo de Pozo	
H. Inicial	H. Final		Recupt	Recupt	Observaciones/Minutos
5:00					
5:00	6:00	130'	30'	110'	120 Minu

#### Recomendaciones

Aforar el pozo a no más de 5 GPM

  
 Ing. Oscar Bravo, Mayorga  
 OPERACIONES


**ABACUS, S.A.**



## II. CRONOLÓGICO DE PRUEBA

Prueba de Bombeo de 6 Horas					
Tiempo		N. Est	30'	Resumen de Aforo de Pozo	
Horas	Minutos	Bombeo	Abat..	GPM	Observaciones
11:00	0	0	0	0	Inicio de Bombeo
11:10	10	30'	0	2	
11:20	20	30'	0	2	Q: 2 GPM
11:30	30	30'	0	2	
11:40	40	30'	0	2	
12:50	50	30'	0	2	
12:00	60	30'	0	3	Q: 3 GPM
12:30	90	30'	0	3	
1:00	120	30'	0	4	Q: 4 GPM
1:30	150	40'	10	4	
2:00	180	60'	30	4	
3:00	240	90'	60	4	
4:00	300	130'	100	5	Q: 5 GPM
5:00	360	150'	120	5	

  
 Ing. Oscar Bravo, Mayorga  
 OPERACIONES

**ABACUS, S.A.**  